

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**



**“Comparativo de fuentes y dosis de potasio sobre el  
rendimiento del cultivo de arroz bajo riego con la Variedad  
Capirona (Oryza sativa) en suelos de Cacatachi - San Martín”**

## **TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
KELVIN CÓRDOVA VELA**

**TARAPOTO - PERÚ  
2005**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**



**“Comparativo de fuentes y dosis de potasio sobre el  
rendimiento del cultivo de arroz bajo riego con la Variedad  
Capirona (*Oryza sativa*) en suelos de Cacatachi-San  
Martín”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**KELVIN CÓRDOVA VELA**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2005**

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

### **DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**

#### **ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS**



**“Comparativo de fuentes y dosis de potasio sobre el  
rendimiento del cultivo de arroz bajo riego con la Variedad  
Capirona (*Oryza sativa*) en suelos de Cacatachi-San  
Martín”**

### **TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**KELVIN CÓRDOVA VELA**

Ing. M. Sc. Carlos Rengifo Saavedra  
**Presidente**

Ing. Cesar E. Chappa Santa María  
**Secretario**

Ing. Armando D. Cuevas Benavides  
**Miembro**

Ing. M. Sc. Julio A. Ríos Ramírez  
**Asesor**

# **ÍNDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODO</b>	<b>24</b>
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>34</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>69</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>70</b>
<b>VIII. RESUMEN</b>	<b>71</b>
<b>IX. SUMMARY</b>	<b>72</b>
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>73</b>

## **DEDICATORIA**

A mis padres SANTOS DANIEL Y  
ULISA, por haberme dado la vida,  
por el sacrificio y apoyo constante  
en mi educación y formación  
profesional.

Con cariño a mis hermanos REYNA,  
NEY, NIMIA MELVIN Y DANIEL,  
quienes brindaron el apoyo moral  
durante el desarrollo de mi carrera.

A mi esposa NALDA e hijo KELVIN  
TAREK con mucho amor y por su  
apoyo constante.

## **AGRADECIMIENTO**

- Al Ing. Julio Armando Ríos Ramírez Docente Asociado de la Universidad Nacional de San Martín y patrocinador de la tesis, por el apoyo constante e incondicional.
- Al Ing. Henry Fernando Chota Guerra, por su apoyo en el desarrollo del trabajo de tesis.

## I. INTRODUCCIÓN

Con la migración de personas a diferentes lugares de la Región San Martín y especialmente a las zonas del Alto y Bajo Mayo durante la década de los 80, se incrementa el cultivo del arroz con riego bajo inundación. Así mismo, en los Distritos de Morales y Cacatachi la producción bajo esta modalidad se acrecentó, pero los rendimientos no son óptimos, no obstante que se cultivan variedades con potenciales sobre los 10 t/ha. Algunos factores para el bajo rendimiento son el mal manejo de fertilizantes, escaso conocimiento en su funcionamiento, su interacción en el suelo, con el agua, cantidad a usar, análisis de suelos y otros.

La presente investigación estuvo orientada a evaluar la actividad del potasio sobre el cultivo de arroz en sus dos formas de presentación comercial ( $KCl$  y  $SO_4K_2$ ), en el fundo Cacatachi de propiedad de la Universidad, que también inició su actividad productiva, en fecha similar al resto de productores de la zona. El suelo donde se trabajó fue de textura arcillosa tipo 2:1, cuya producción promedio no sobrepasa los 6,95 t/ha (MINAG, 1998), evidenciando falta de fertilizantes, como el potasio que no se encuentra en disponibilidad suficiente para la planta.

En tal virtud, se pretendió buscar alternativa a este problema evaluando dos fuentes de potasio  $KCl$ ,  $K_2SO_4$  y cuatro dosis 0, 60, 120 y 240 Kg/ha de  $K_2O$ , dando al cultivo una mayor cantidad de nutrientes fácilmente disponibles en la solución suelo. Así mismo se esperó mejorar los rendimientos del cultivo de arroz de los promedios de 6,95 t/ha en el Distrito de Cacatachi.

## **II. OBJETIVOS**

- 2.1. Evaluar comparativamente el efecto de dos fuentes y cuatro dosis de potasio sobre el rendimiento en el cultivo de arroz al transplante.
- 2.2. Determinar la relación beneficio costo de las dos fuentes y dosis de potasio en los diversos tratamientos.



### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. TAXONOMÍA DEL CULTIVO DE ARROZ

INFOAGRO (2002), reporta la siguiente taxonomía:

Familia: Graminacea

Sub familia: Panicodeas

Tribu: Oryzae

Género: Oryza

Especie: *sativa*.

#### 3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD CAPIRONA

Cuadro 1: Características principales de la variedad Capirona.

Características	Capirona
Origen	Perú
Altura de planta	110-118 cm
Periodo vegetativo	130 días
Grano cáscara	
Largo	8,5 – 9 mm
Ancho	2-2,5 mm
Desgrane	Intermedia
Peso1000 gran.	28,6 g
% grano entero	65,0
% grano quebr.	7,5
% pila total	72,5
% traslucencia	80-95
Centro blanco	0,2
Dispersión	4,5
T° gelatinizac.	Intermedia
Rend. t/ha	7,5 - 9,5

Fuente: Instituto Nacional De Investigación Agraria, "El Porvenir" Tarapoto 2003.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES

**Manual de fertilizantes (1985)**, reporta las siguientes características.

#### a. Cloruro de potasio

Fórmula química:	ClK
Peso molecular:	74,5
Procedencia:	Importado de Francia y Alemania
Ley:	Forma pura 63 % de $K_2O$ o sea 52,4 % de K Forma abono 40 – 50 – 60 % de $K_2O$
Tipo de abono:	Abono simple, potásico
Aspecto:	En forma pura se presenta como cristales cúbicos blancos. En forma de abono se presenta de color blanco, gris, rosado o rojo diluido a trazos.
Densidad real:	1,9.
Reacción del abono:	Neutro
Salinidad:	Índice de salinidad 114.
Propiedades químicas:	Existe en la naturaleza minerales potásicos diversos, cuyo contenido de $K_2O$ va de 12 a 25 %. Así mismo tenemos la silvinita, la kainita, harsalz, carlonita.

#### b. Sulfato de potasio

Fórmula química:	$SO_4K_2$
Peso molecular:	174
Procedencia:	Importado
Ley:	Forma pura 54 % de $K_2O$ o sea 52,4 % de K

	Forma abono 48 – 52 % de $K_2O$
Tipo de abono:	Abono simple, potásico
Aspecto:	Cristalinas, rómbicas, blancas, sabor salado y amargo.
Peso específico:	2,6
Reacción del abono:	Neutro
Salinidad:	Índice de salinidad 46
Propiedades químicas:	Es una sal muy estable su facilidad para formar sales dobles con ciertos compuesto químicos, en particular con el sulfato de magnesio, calcio y aluminio.

### 3.4. SUELO

**Tinarrelli (1989)**, menciona que el arroz puede ser cultivado en cualquier tipo de terreno, cualquiera sea sus características físicas (textura y estructura) y químicas. La única limitación se deriva de la necesidad de carácter hidráulico, que en nuestras condiciones y formas de cultivos, supone la inundación; como consecuencia es indispensable cierto grado de impermeabilidad del subsuelo.

**Quevedo (1993)**, indica que si la fertilidad del suelo que esta manejando es alta, entonces una buena labranza, aireación adecuada y la regulación de la humedad permitirán que los nutrientes sean convenientemente asimilables y los aportes de NPK, así como de otros nutrientes sean suficientemente para el crecimiento optimo de los cultivos. Pero si alguno de los nutrientes se encuentran en

cantidades insuficientes, o en condiciones lentamente asimilables, se le debe adicionar artificialmente abono, fertilizantes, enmiendas, etc.

### 3.5. ORIGEN DEL POTASIO

Tisdale y Nelson (1982), refieren que se considera generalmente como fuentes originales de potasio los Feldespatos Potásicos ( $\text{KAIS}_3\text{O}_8$ ), la Moscovita  $\text{H}_2\text{Ka}_3(\text{SiO}_4)_3$ , y la Biotita  $(\text{HK})_2(\text{MgFe})_2\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ . Los resultados de experiencias indican que, de acuerdo con datos de la respuesta de plantas, la disponibilidad del potasio en estos minerales, aunque ligero, es del orden de Biotita > Moscovita > Feldespatos Potásicos.

#### Formas de potasio en el suelo

Pascual y Noguera (1987), consideran al potasio como componentes de los minerales primarios, Feldespatos (4 – 15 % K) y Micas (10 % K) que son Silicatos cristalinos de aluminio y potasio. Así mismo el potasio es liberado sólo a medida que se produce la descomposición y transformación de los minerales.

- La fracción más activa del potasio se halla en los minerales secundarios de la fracción coloidal: Caolinita y las Micas evolucionadas, como Illita, montmorillonita y vermiculita. También es absorbido por la materia orgánica, pero en proporción mucho más débil.
- En la solución del suelo, la concentración del ión potasio K puede oscilar entre 0,2 y 10 mili equivalente por litro.

**Davelouis (1993)**, indica que el potasio en el suelo puede dividirse en tres fracciones: Potasio como un elemento estructural de los minerales del suelo; potasio adsorbido en formas intercambiables a los coloides del suelo tales como minerales de arcilla y materia orgánica y potasio presente en la solución del suelo. En los suelos minerales la mayoría del potasio se encuentra en los láctices de los minerales, estando solo del 1 al 4 % del K total presente en forma intercambiable. Pero es el K en la solución del suelo la más importante fuente de suministro de K a la planta. El potasio liberado por intemperismo de los minerales es disuelto en la solución del suelo, pudiendo ser tomado directamente por las raíces de las plantas o adsorbido por los coloides del suelo. Se establece pues un equilibrio entre el potasio adsorbido y el potasio libre en la solución del suelo. El nivel de K en la solución del suelo resultante de este equilibrio depende de la selectividad de los lugares de adsorción. Si los lugares de enlace son específicos para K, la concentración de K en la solución suelo es generalmente alta.

Por otra parte añade que la concentración de K de la solución suelo controla el grado de la difusión hacia las raíces de las plantas y por lo tanto la toma del K de las plantas.

Además reporta que la concentración de K en la solución suelo y la capacidad Buffer del suelo por el K, es un importante factor determinante de la disponibilidad del K. A mayor disminución de K intercambiable, mayor es la contribución del K no intercambiable, al suministro de K a la planta. La velocidad de liberación de K no intercambiable puede diferir entre los suelos y a menudo no satisfacer los requerimientos del cultivo. La liberación del K no intercambiable es mayor bajo

condiciones de suelo húmedo que bajo suelo seco. Las gramíneas son más capaces de usar el K no intercambiable que las dicotiledóneas especialmente leguminosas.

A su vez señala que el movimiento del ión  $K^+$  por flujo de masas (movimiento de la solución del suelo a la raíz, debido al gradiente hídrico generado por la transpiración de la planta), provee una fracción muy pequeña de K absorbido por la planta, dada la baja concentración de K en la solución suelo. Por lo tanto es más importante el mecanismo de difusión del K hacia la raíz.

Por otro lado menciona que el poder Buffer de K del suelo, propiedad de cada suelo, debe ser también considerado. Es necesario agregar más K en la solución suelo de aquellos de menor poder Buffer. Como la determinación del poder es engorrosa en análisis de rutina de suelo, se le estima por medio de la CIC de los suelos. Suelos ácidos con  $CIC < 4,6$  presentan bajo poder Buffer y requerirán menores dosis de fertilizantes potásicos para alcanzar concentraciones adecuadas en la solución del suelo.

**Conagra**, indica que en el suelo las tres formas de K existentes en equilibrio dinámico, es decir siempre hay cantidades relativamente iguales de K soluble, K fijado y K de cambio, cada vez que el balance se altera hay un movimiento del K en el suelo que restaura el equilibrio en un tiempo de 7 a 10 días y la cantidad que se convierte en K soluble es aproximadamente de 2 ppm a 4 ppm por día.

### 3.6. PRINCIPALES ABONOS POTASICOS

Pascual y Noguera (1987), indican como abonos y características lo siguiente:

- **Cloruro de potasa (ClK)**

Procede del refinado de la silvinita {mezcla de cloruro de potasio (28 %) y cloruro sódico o sal común (56 %), con esquistos y otros sedimentos (16 %), eliminado casi todo el cloruro sódico}. Se fabrica con una riqueza del 60 – 62 % de  $K_2O$ .

- **Sulfato de potasa ( $SO_4K_2$ )**

Se obtiene atacando el cloro de potasa con ácido sulfúrico, siendo muy bajo su contenido en cloruro. Su riqueza de potasa es del 50 % y en azufre del 18 %.

Instituto de la potasa y el Fósforo (1993), indica que las principales fuentes de potasa son solubles en agua. Por ésta razón, si existe adecuada humedad en el suelo, proveniente de la de la lluvia y/o irrigación el fertilizante de K añadido se disolverá en la solución del suelo permitiendo una absorción rápida por las plantas. Bajo condiciones de alta precipitación ó excesivo riego, el K puede perderse por escurrimiento superficial y en algunos suelos puede perderse por lixiviación.

Yágodin (1982), menciona que las gramíneas no revelan reacciones negativas en los fertilizantes potásicos que contienen cloro e incluso incrementan la cosecha mas que con la aplicación de formas sin cloro.

Fuentes (1989), indica que el cloruro de potasio, es muy soluble en agua y muy higroscópico; no se debe utilizar cuando se riega con aguas salinas. El sulfato

potásico, tiene reacción ácida, por lo que se puede provocar una cierta acidificación del suelo cuando se usa reiterativamente; este fertilizante debe ser usado, en suelos que sin llegar a ser salinos, contienen una cierta cantidad de sal, cuando se riega con aguas saladas, en suelos descalcificados al reaccionar con la Cal el cloruro cálcico (muy soluble) se pierde cal por lixiviación y sulfato cálcico (muy poco soluble).

### **3.7. ABSORCIÓN DE NUTRIENTES**

**Quevedo (1994)**, indica que las raíces de las plantas absorben sus nutrientes mayormente de la solución del suelo, los procesos y mecanismos aun no esta completamente dilucidadas. La característica más notable respecto a la absorción de nutrientes son la selectividad de ellos y el hecho de que la absorción se hace contra gradientes de concentración o gradientes eléctricos, lo que demanda el uso de energía para remontar dichas barreras. Otras barreras le constituyen las membranas semipermeables de las células, las cuales tienen una constitución y estructura particular. Así mismo el K, Mg, Ca, Mn, y Cl pueden actuar no específicamente estableciendo potencial osmótico en los organelos de las células o manteniendo el balance iónico. Los nutrientes catiónicos de este grupo también activan específicamente algunos sistemas de enzimas ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ , y  $Mn^{2+}$ ). El  $Mg^{2+}$  juega un rol importante como cofactor enlazando co-enzimas con enzimas.

**Pascual y Noguera (1987)**, indican que las membranas celulares tienen baja permeabilidad para el potasio, pese a la cual es absorbido fácilmente y en cantidades considerables. La absorción, es activa metabólicamente,



especialmente a las bajas concentraciones de potasio normales en la solución del suelo. Añade que cuando la concentración de potasio en la solución es elevada la absorción se realiza según otro mecanismo menos selectivo y probablemente menos activo. Una vez absorbido los iones de potasio, pasan a través de las células corticales hacia el xilema, siendo transportado principalmente hacia los tejidos jóvenes en crecimiento.

### **3.8. FIJACIÓN, ADSORCIÓN Y MOVILIDAD DEL POTASIO**

**Pascual y Noguera (1987)**, indican que el potasio está situado en la estructura de los minerales o fijado en las posiciones interlaminares de modo que solo la alteración del mineral es capaz de producir la liberación del potasio y su incorporación al sistema. En esta posición, se encuentra el 90 – 98 %. Estos autores refieren que el potasio adsorbido en posiciones de cambio del complejo arcillo-húmico con mayor o menor afinidad, pero de forma cambiante, y por tanto participando activamente en el sistema. El potasio cambiante puede suponer entre 1 y el 10 % del total.

Por otro lado mencionan que el transporte del potasio en el suelo hacia la raíz se produce por difusión, aunque también puede tener alguna importancia el movimiento con las corrientes de agua. Teniendo en cuenta que la superficie radicular es mínima comparada con la del suelo, para que las plantas pudieran absorber 200 Kg/ha de K directamente por contacto, el suelo debería contener un 45% de K. En general el K se desplaza muy poco en el suelo, se ha observado que después de 9 años el descenso máximo del potasio había sido de 46 cm.

**Davelouis (1993)**, indica que la arcilla del suelo influencia la liberación, fijación y la movilidad del K en el suelo. Los iones K son absorbidos por las arcillas minerales a los lugares de enlace que difieren en selectividad. Para las arcillas tipo 2:1 como illitas, vermiculitas y micas intemperizadas, se distinguen tres diferentes sitios de adsorción: La superficie planar, los silos de las capas y los espacios interbasales.

También refiere que la especificidad para estos lugares de enlace con el K varia considerablemente. Así esta especificidad del enlace de K en relación con otros cationes es expresada cuantitativamente en términos del coeficiente de gapón. Siendo éste mayor cuanto es la especificidad del lugar de enlace por el K.

**FAR, PPIC y PPI (1998)**, indican que debido a que el K no se mueve mucho en el suelo, es vital una fertilidad de K adecuada en el mismo. Así mismo si el K llega a moverse, lo hace por difusión en un movimiento lento y a corta distancia en las películas de agua que rodean las partículas del suelo. Las condiciones de sequía hacen a este movimiento aun más lento. Alto niveles de K en el suelo lo aceleran. Las raíces de los cultivos por lo general entran en contacto con menos del 3 % del suelo en el cual crecen. De modo que el suelo debe estar bien suplido con K para asegurar la disponibilidad de K en cada etapa de su desarrollo hasta la cosecha.

**Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993)**, afirman que la aplicación de un nutriente, que previamente estuvo presente en cantidades muy bajas, buscando rendimientos máximos puede incrementar la demanda de K, un ejemplo que demuestra que a una cantidad baja de 30 Kg de N/ha, hubo poca o ninguna

ventaja al aplicar fertilizante de K al arroz en Brasil. Sin embargo, hubo un pronunciado beneficio de la adición de K cuando la cantidad de N fue alta de 90 Kg/ha.

### **3.9. BALANCE ENTRE NUTRIENTES**

**Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993)**, indica que en la nutrición vegetal, la interacción de un elemento con otro es muy importante así por ejemplo. Una alta cantidad de K disponible puede producir una deficiencia de Mg, una alta cantidad de Ca puede ocasionar falta de K, cuando se añade N se crea mayor necesidad de K, debido, a que el rendimiento del cultivo es mayor, y las necesidades nutricionales de las plantas se incrementan. No se observará deficiencia de K en un lote donde solamente se añadió una pequeña cantidad de N, pero si no se añade una cantidad adecuada de N, la deficiencia de K puede ocurrir.

**FAR, PPIC Y PPI (1998)**, mencionan que el potasio es un nutriente esencial para las plantas, no puede ser reemplazado por ningún otro nutriente, es principal como el nitrógeno y el fósforo, los cultivos agronómicos contiene más o menos las mismas cantidades de K que de N, pero mucho más K que P y en muchos cultivos de alto rendimiento el contenido de K excede al del N.

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (1986)**, reporta que un suelo puede presentar una abundante cantidad de cada catión (Ca, Mg y K) y sin embargo, ofrece malas posibilidades de absorción de los mismos para la planta debido a que se encuentra en proporciones desequilibradas. Esta situación puede ser más adversa para la

producción que cuando los contenidos de cationes son bajos, pero equilibrados. Con un análisis de suelo es posible calcular las relaciones que hay entre el Ca, Mg y K, y estimar los antagonismos, que consiste en la dificultad de absorción que sufre un nutriente debido a la presencia de otro en grandes proporciones. También pueden ocurrir sinergismos que no es posible detectar mediante los datos de un análisis de suelo.

**CIAT, CODESEL Y MINAG (2000)**, indican que si el contenido de potasio se hace más bajo en el suelo, se deben incrementar la adición de este, igual que cuando la relación Ca, Mg, Na/K, va aumentando, si se han recomendado altas dosis de N y P se deberá incrementar la dosis de potasio, pues así se disminuirán los efectos desfavorables del exceso de N o de P y se lograra una mayor eficiencia de estos dos nutrientes.

### **3.10.METABOLISMO Y EVOLUCIÓN DEL POTASIO**

**Pascual y Noguera (1987)**, indican que el K tiene función como osmorregulador disuelto en el jugo celular; crea un gradiente osmótico que permite el movimiento del agua, en la planta, actúa como regulador del movimiento de apertura y cierre de los estomas, favorece la fotosíntesis y participa en el transporte de las sustancias formadas en dicha reacción. También reportan que tiene una acción muy directa en la actividad de numerosas enzimas tales como a la piruvatoquinasa (que participa en el proceso respiratorio que conduce a la formación de ATP), fosfofructoquinasa, etc. Una alimentación adecuada de potasio asegura contenidos normales de celulosa y lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de

las plantas. También indican que se han observado efectos favorables del potasio en la resistencia al frío y las heladas, también es notable su efecto sobre la resistencia a la sequía, como elementos regulador de la actividad de los estomas, para reducir la transpiración, mejorando la utilización del agua por la planta.

Por otro lado estos autores refieren que como osmorregulador el potasio incrementa la resistencia de las plantas a la salinidad mediante el incremento de la presión osmótica interior, permitiendo llegar a niveles de tolerancia superiores. También la resistencia a la planta contra los parásitos.

**Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993)**, refiere, que se conoce que el K, más que ningún otro elemento, reduce la susceptibilidad de la planta a enfermedades influenciado los procesos bioquímicos y la estructura de los tejidos. Por otra parte indican que una reciente revisión de trabajos científicos se reporto que altos niveles de nutrición con K reducen la severidad de: más de 20 enfermedades bacterianas, mas de 100 enfermedades fungosas y 10 enfermedades causadas por virus y nematodos. También refiere que Investigadores Hindúes concluyeron recientemente que el incremento de aplicación de K indujo o mejoró la resistencia a insectos, debido a los siguientes mecanismos:

- Causando la acumulación de fenoles defensivos que son tóxicos para los insectos.
- Haciendo las plantas menos palatables para los insectos causando de esta manera la no preferencia.

- Reforzando regiones celulares definidas que actúan como barreras a la invasión de insectos.
- Incrementando la silificación de cultivos como arroz, estos puede impedir la infestación por insectos.

**Soil Improvement Committee (1995)**, indica que el potasio es esencial en la translocación de azúcares y la formación de almidón, las células guardianes lo requieren para llevar a cabo la apertura y cierre de los estomas, procesos que son importantes para el uso adecuado del agua. Así mismo el potasio estimula el crecimiento de la raíz, mejora la resistencia de las plantas a las enfermedades, favorece la formación de vasos xilemáticos más grandes y distribuidos de manera más uniforme en todo el sistema radical. El potasio mejora el tamaño y la calidad de los frutos y hortalizas; así mismo aumenta la resistencia de las plantas al invierno.

**FAR, PPIC Y PPI (1998)**, refieren que el potasio es absorbido desde el suelo por las plantas en su forma iónica ( $K^+$ ). Es esencial para el crecimiento de las plantas, pero sus funciones exactas en la planta no son totalmente conocidas. A diferencia del N y P, el K no forma compuestos orgánicos en la planta. Su función primaria parece estar ligada al metabolismo de la planta.

También hacen mención que el potasio es vital para la fotosíntesis. Cuando hay deficiencia de potasio la fotosíntesis disminuye. A medida que el potasio se hace deficiente, la respiración de la planta aumenta, esta reduce los carbohidratos de la

planta. El potasio es esencial en la síntesis de proteínas, ayudan a la planta a hacer un uso más eficiente del agua, promoviendo la turgencia (rigidez producida por un suministro adecuada de agua en la célula de las hojas) para mantener la presión interna.

Los mismos autores refieren, que el potasio es importante en la formación y calidad de frutas, en la translocación de metales pesados tales como el Fe y en el balance iónico. El potasio activa enzimas y controla su velocidad de reacción. El potasio reduce el acame o vuelco, mejora la tolerancia a las heladas, aumenta la resistencia a enfermedades de las plantas puede reducir el estrés producida por enfermedades.

### **3.11.DEFICIENCIAS**

**Pascual y Noguera (1987)**, indican que puede observarse clorosis e incluso necrosis que comienzan en los bordes y ápices de las hojas, en la mayoría de los cultivos. Se registra también una reducción del vigor y la rigidez de la planta que, ante cualquier déficit de agua, se marchita rápidamente.

**FAR, PPIC Y PPI (1998)**, refieren que uno de los síntomas de deficiencia más comunes es el quemado o fogueo en los bordes de las hojas y que en la mayoría de las plantas el chamusco aparece primero en las hojas más viejas, especialmente en las gramíneas. Las hojas más nuevas primero mostrarán síntomas de carencia en algunas plantas bajo ciertas condiciones. También indican que la deficiencia de potasio hace que las plantas crezcan lentamente.

Estas presentan un sistema radicular con desarrollo pobre. Los tallos son débiles y el vuelco de las plantas es común. Las semillas y los frutos son pequeños y arrugados, y las plantas presentan una resistencia baja a las enfermedades.

**Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993)**, reporta que las raíces de las plantas deficientes de K son poco desarrolladas y a menudo afectadas por pudriciones; en arroz el primer signo de deficiencia de potasio es el de plantas sin crecimiento más verde oscura que lo normal.

**Dominguez (1989)**, indica que puede observarse clorosis e incluso necrosis que comienzan en los bordes y en el ápice de la hoja, se reduce el vigor y la rigidez de la planta que ante cualquier déficit de agua, se marchita rápidamente.

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (1986)**, reporta que deficiencias de K ocurren en suelos viejos, muy meteorizados, lavados, suelos pobres en arcillas 2:1, suelos con material parental pobre en K.

### **3.12.RESPUESTA DEL ARROZ HÍBRIDO**

**Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993)**, menciona que científicos chinos han demostrado que el arroz híbrido tiene una mayor habilidad de extraer K del suelo y requerimiento fisiológico del K más alto que variedades regulares. Por ejemplo, la absorción de K de un híbrido y arroz ordinario (ambos con un requerimiento de 7.5 t/ha) fue de 218 Kg/ha para el primero y entre 156 y 187 Kg/ha para el segundo.



### 3.13. EXPERIENCIAS DE USO DE FUENTES Y DOSIS DE POTASIO

**Yagodin (1982)**, menciona que bajo las condiciones de la Estación Experimental del Arroz de Uzbekistan en la ex URSS la dinámica de absorción de sustancias nutritivas por el arroz en el proceso vegetativo en brotes-macollamiento es la siguiente, 26, 2, 20, de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente; en la floración es de 99, 100, 100 de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente; en la maduración es de 100, 100, 100 de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente, no se hace mención condiciones edafoclimáticas. También indica que por una cosecha de 10 quintales de grano con la correspondiente cantidad de paja el arroz extrae un promedio de 22 Kg de N, 10 Kg de  $P_2O_5$  y Kg de  $K_2O$ .

**Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993)**, reporta que la utilización aproximada de nutriente por el arroz (de inundación) para un rendimiento de 6 t/ha es de 100 Kg/ha de N, 50 Kg/ha de  $P_2O_5$ , 160 Kg/ha de  $K_2O$ , 20 Kg/ha de MgO y 10 Kg/ha de S, no menciona bajo que condiciones edafoclimáticas se da esta utilización.

**CIAT (1983)**, informa que para las condiciones de Colombia, la absorción de nutrientes en la variedad IR-36 es de aproximadamente de 210 Kg/ha de K hasta la etapa lechosa del grano; 140 Kg/ha de N, hasta la etapa de grano pastoso y 20 Kg/ha de P, hasta el término de la etapa floral, la fertilización se realizó bajo la siguiente fórmula 130-40-40, no menciona fuentes, no menciona condiciones edafoclimáticas y tampoco fuentes utilizadas en la fertilidad.

**IIAP (1996)**, reporta que para condiciones de suelos Ultisoles de Yurimaguas, se realizó un estudio de efectos de cinco dosis de K (0 a 120 Kg/ha), con reciclaje de rastrojo y tres métodos de arado (no arado, en fajas y convencional) fueron estudiados durante 12 cosechas rotativas de arroz (*Oryza sativa* L) y Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) sobre un bosque de 18 años recientemente desmontado, no menciona fuentes de potasio, de los resultados obtenidos, encontraron que la fertilización potásica siempre incremento los rendimientos, cuando el rastrojo de la cosecha fue removido. Contrariamente, cuando el rastrojo de la cosecha fue reciclado, raramente se obtuvieron respuesta a la adición de K.

También el **IIAP (1996)**, condujo un estudio en los ultisoles del trópico húmedo con pequeñas cantidades de arcilla 2:1, no menciona la fuente de potasio utilizado, para determinar los efectos de las dosis de fertilización potásica (0 a 120 Kg/ha), el reciclaje de K en los rastrojos de la cosecha de una rotación de arroz (*Oriza sativa* L) y Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) en 12 campaña sobre un Typic Paleudult, recientemente desmontado, en la cuenca amazónica, los resultados que obtuvieron es la siguiente: La dosis de 0 Kg/ha resultó en liberación neta de K; mientras que la dosis de 120 Kg/ha resulto en fijación neta; una fijación cercana al equilibrio entre fijación y liberación ocurrió en la dosis de 40 Kg/ha con el reciclaje del rastrojo de los cultivos.

El mismo instituto condujo un trabajo de tesis buscando determinar la dosis optima de K para obtener máximo rendimiento en arroz bajo riego, siendo la fuente Cloruro de Potasio, con sus niveles de K: 0, 30, 60, 90, 120, y 180 Kg/ha. Estadísticamente no se encontró diferencias significativas a los niveles de K

aplicados al suelo, siendo los rendimientos entre 5,9 a 6,0 t/ha. Estos resultados mostraron la posibilidad de cultivar continuamente por más de ocho campañas consecutivas, sin la suplementación adicional de fertilizantes potásicos para condiciones similares a los del ensayo.

**CIAT, CODESEL y MINAG (2000)**, reportan que el arroz extrae unos 17 g de  $K_2O$  por cada Kg de arroz cáscara o que es lo mismo 120 Kg  $K_2O$ /ha con una producción de 7 t/ha de arroz cáscara. Estos autores citan a (Frey 1984) donde hace mención que un buen contenido de  $K_2O$  a los 60 días, en las hojas de arroz es de 2,7 %.

**Departamento de Agricultura y Medio Ambiente (1996)**, indica que las exigencias mínimas para producir 5 000 Kg de arroz cáscara/ha, es de 160 a 190 unidades de nitrógeno, 70 a 90 de fósforo y 90 a 120 de potasa.

**Molinos y CIA S. A. (1996)**, indica que el arroz con una producción de 7 840 Kg/ha absorbe 190 Kg de  $K_2O$  (en comparación a 130 Kg de nitrógeno). El potasio aumenta el desarrollo de la hoja y de los macollos, así como el tamaño y peso de los granos.

El mismo autor menciona, que investigadores han demostrado que el potasio tiene un efecto significativo sobre la resistencia de las plantas a los insectos y a las enfermedades. La resistencia a la mancha y al moho bacterial de la hoja y a la descomposición del tallo al incrementarse la dosis de K aplicado. Así mismo reporta que la fertilización con K reduce substancialmente la infestación de

saltamontes "Brown planthopper" ó BPH (*Nilaparvata Lutes stali*) a dosis de 0; 37; 75 y 112 Kg/ha de K el número de BPH/m<sup>2</sup> disminuye progresivamente como aumenta la dosis de K en 800; 625; 580 y 302 unidades de insectos por m<sup>2</sup>.

**Demolón y Pérez (1966)**, reporta que al aumento de gradiente de la concentración de los azúcares reductores de los pecíolos hacia las raíces, al mismo tiempo se observa que la influencia del K<sub>2</sub>O se concentra en una elevación considerable de la relación de las raíces sobre las hojas con engrosamiento del órgano de reserva en el caso de la zanahoria y gran aumento del hígado en cebada.

**Evans (1980)**, indica que la radiación solar diaria promedio existente durante las 6 semanas posteriores al trasplante (momento en el que la cantidad de macollo alcanzan un valor máximo) no mostró ninguna correlación significativa con el número máximo de macollos por m<sup>2</sup> pero en cambio presentó una correlación muy alta con la cantidad de macollo que producción de inflorescencias.

**CIAT, CODESEL, MINAG (2000)**, mencionan que a los 30 días después de la floración, los granos alcanzan el estado de madurez en el trópico cálido; en áreas más frescas, el proceso se retarda con ganancia y llenado y peso de los granos. La planta entera esta fisiológicamente matura cuando el 90 % de los granos han madurado y muestran color amarillo pajizo, algunas espiguillas nunca se llenan y pueden permanecer de color verde.

**Demolón y Pérez (1966)**, reporta que la comparación de las tres formas principales (KCl, la silvinita,  $\text{SO}_4\text{K}_2$ ) con frecuencia ha revelado entre ellas diferencias no significativas, este resultado indica que el cultivo de arroz a dosis de potasio es sensible, por que disminuye el rendimiento.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODO**

### **4.1. MATERIALES**

#### **4.1.1. Ubicación del experimento**

El presente trabajo se realizó durante los meses de Junio a Noviembre de 1999 en el fundo de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, ubicado en el Distrito de Cacatachi, Provincia y Región San Martín, a 12 Km de la Carretera Norte Fernando Belaunde Terry, margen izquierda.

##### **Ubicación política**

Lugar	:	Fundo de la UNSM-T.
Distrito	:	Cacatachi.
Provincia	:	San Martín
Región	:	San Martín

##### **Ubicación geográfica**

Latitud sur	:	6° 22'
Longitud oeste	:	76° 12'
Altitud	:	330 m.s.n.m.m.

#### **4.1.2. Historia del campo experimental**

El campo donde se realizó el presente trabajo experimental cuenta con suelos profundos de textura arcillosa de orden vertisol, desarrollo de terrazas medias, planas a ligeramente inclinadas de 0 – 2 %, en la cual desde 1984 se viene cultivando arroz dos cosechas por año, haciendo uso de la variedad Capirona en las últimas campañas, se obtiene rendimientos promedios de 6 t/ha.

#### 4.1.3. Condiciones climáticas

El área del terreno donde se ejecutó el experimento, ecológicamente se encuentra ubicado en la zona de vida bosque seco Tropical (bs-T), con una temperatura media anual de 22 °C, precipitación anual de 1 200 mm/año y una humedad relativa de 80 %.

Cuadro 2: Datos meteorológicos durante el experimento.

Meses	Temperatura °C			Humedad	Precipitación
	Mínima	Media	Máxima	Relativa (%)	(mm)
Julio	20,85	24,00	31,65	81,00	48,00
Agosto	20,75	24,80	31,26	75,00	48,30
Septiembre	21,25	26,70	31,27	75,00	43,80
Octubre	21,15	26,30	31,32	74,00	52,70
Noviembre	21,30	26,00	31,03	77,00	188,5
Total	105,30	127,80	156,53	382,00	381,30
Promedio	21,06	25,56	31,31	76,40	76,26

*Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)-1999.*

#### 4.1.4. Análisis de suelo

Con la ayuda de un buge se extrajo la muestra de suelo de los primeros 20 cm de profundidad, para lo cual sacamos 5 sub muestras recorriendo el campo en forma de zigzag luego la muestra fue homogenizada y etiquetada para ser transportada al Laboratorio de Suelos de la UNSM-T, para su respectivo análisis interpretación; tal como se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3: Resultados del análisis físico químico del suelo.**

<b>Características</b>	<b>Resultado</b>	<b>Interpretac.</b>	<b>Método</b>
Textura		Fr. Arcilloso	Bouyocus
Arena	24,0 %		
Limo	21,6 %		
Arcilla	54,4 %		
pH	6,73		Potenciómetro
Materia orgánica	3,22 %	Medio	Walkley y Black
Nitrógeno total	80,5 Kg/ha	Alto	EDTA
Fósforo	42,9 ppm	Alto	Olsen Modific.
Potasio	0,53 meq/100 g	Alto	Turbidumétrico
Ca + Mg	26 meq/100 g	Medio	Titulación
CIC	26,53 meq/100g		
Conductividad eléctrica	1 mmho/cm		Conductímetro

*Fuente: Laboratorio de suelos de la UNSM-T.*

## **4.2. Diseño y característica del experimento**

### **a. Diseño experimental**

- Se utilizó el Diseño de Bloques completamente Randomizado (DBCR) con
- arreglo factorial de 2 x 4 con 4 repeticiones por tratamiento.

Los componentes en estudio fueron: dos fuentes de potasio (Cloruro de potasio y sulfato de potasio) con cuatro dosis de fertilización (0, 60, 120 y 240 Kg/ha de K<sub>2</sub>O).

Factor "A": Fuentes de Potasio (K)

A<sub>1</sub>: Cloruro de potasio

A<sub>2</sub>: Sulfato de potasio



Factor "B": Dosis de  $K_2O$

$B_1$ : 0 Kg/ha

$B_2$ : 60 Kg/ha

$B_3$ : 120 Kg/ha

$B_4$ : 240 Kg/ha

**Cuadro 4:** Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamientos	Descripción
$T_1$	$A_1B_1$	Cloruro de potasio a 0 Kg/ha
$T_2$	$A_1B_2$	Cloruro de potasio a 60 Kg/ha
$T_3$	$A_1B_3$	Cloruro de potasio a 120 Kg/ha
$T_4$	$A_1B_4$	Cloruro de potasio a 240 Kg/ha
$T_5$	$A_2B_1$	Sulfato de potasio a 0 Kg/ha
$T_6$	$A_2B_2$	Sulfato de potasio a 60 Kg/ha
$T_7$	$A_2B_3$	Sulfato de potasio a 120 Kg/ha
$T_8$	$A_2B_4$	Sulfato de potasio a 240 Kg/ha

## b. Característica del experimento

### Campo experimental

Largo	:	37 m
Ancho	:	26 m
Área total	:	962 m <sup>2</sup>

### Bloques o repeticiones

N° de bloques	:	4
Largo	:	37 m
Ancho	:	6
Área total	:	222 m <sup>2</sup>

**Parcela**

N° de parcelas por bloque	:	8
N° de parcelas total	:	32
Largo	:	6
Ancho	:	4
Área total	:	24 m <sup>2</sup>

**4.3. Conducción del experimento****a. Preparación de almácigo**

Se empleó un área de 450 m<sup>2</sup>, en la cual se realizaron 2 pasadas de rastra, trazamos los bordes para delimitar el área, a la cual se inundó para el batido con tractor rotativo, luego se eliminó rastrojos manualmente, para finalmente con la ayuda de una paleta de madera se niveló el campo y dejamos reposar por un periodo de 48 horas.

Posteriormente se realizó el voleo de la semilla pre-germinada de la Variedad Capirona a razón de 150 g/m<sup>2</sup>. Luego de la siembra se drenó el agua y regó en cantidad medida hasta que las plántulas tenían una altura de 8 a 10 cm y luego se mantuvo con una delgada lámina de agua.

La fertilización se realizó 15 días después de la siembra utilizando 80 Kg N/ha. El control fitosanitario se realizó preventivamente a los 10 y 20 días después de la siembra utilizando Cipermetrina a dosis de 15 ml/mochila respectivamente y Mancozeb a una dosis de 80 g/mochila de 20 l.

**b. Preparación de campo definitivo**

Se realizó la limpieza de bordos, utilizando medios tradicionales, la mecanización se hizo con dos pasadas de rastra en forma cruzada, posteriormente se inundó la poza. Dos días después se realizó el fanguero con tractor, al término de esto se hizo el champeo que consistió en sacar manualmente restos vegetales del terreno preparado

Luego se efectuó la instalación del diseño (demarcación, estaqueo y nivelación de cada tratamiento).

**c. Trasplante**

Se realizó el trasplante cuando las plantas tenían 27 días de almacigados, colocando tres plántulas por golpe a un distanciamiento de 0,25 m entre hileras y 0,20 m entre golpes.

**d. Riegos**

Durante los primeros 15 días después del trasplante se realizaron riegos ligeros para facilitar el enraizamiento de las plántulas, posteriormente se mantuvo una lámina de agua de 8 a 10 cm hasta la coloración “verde limón” de los granos, luego se realizó el agoste hasta la maduración óptima de grano y la cosecha.

**e. Control de malezas**

El control químico se realizó en preemergencia a 2 días después del trasplante utilizando Butaclor 2 l/ha.

**f. Control fitosanitario**

Se realizó a 16 días después del trasplante la cual se aplicó Cipermetrina a razón de 25 ml/mochila.

**g. Fertilización**

Se realizaron aplicaciones de nitrógeno y potasio. El nitrógeno se aplicó al voleo a razón de 200 Kg de N/ha, al que se le fraccionó en tres partes 18 ddt, 35 ddt y 66 días ddt.

La fertilización con potasio se realizó planta por planta utilizando un tacarpo y se efectuó en dos partes, el 50 % a los 12 días después del trasplante y el resto a 27 días después del trasplante.

Así mismo se realizó la fertilización fertilización foliar con microelementos quilatados a los 30 y 60 ddt.

**h. Cosecha**

Para efectuar la cosecha se tuvo en cuenta la humedad del grano, coincidiendo a 114 días después del trasplante, segando con hoz a 70 cm sobre el nivel del suelo, la parte cosechada se depositó en sacos, así mismo se descartó los contornos para evitar efecto de borde.

**i. Trilla**

Se realizó en cada saco cerrado por medio de azotes; luego, se depositó en un manto para eliminar la paja e impurezas y se procedió a pesar el mismo, esto se hizo para cada tratamiento.

#### 4.4. Parámetros agronómicos evaluados

##### a. Altura de planta

Se seleccionó 10 plantas al azar, la cual se midió desde la superficie del suelo hasta el extremo superior de la panoja más elevada (cosecha).

##### b. Macollamiento

Para el macollamiento se contó el número de hijuelos existente en un metro cuadrado a los 80 días después del trasplante.

##### c. Días a la floración

Se anotó los días transcurridos desde la siembra hasta el 100 % de floración, basándose en una observación visual de cada parcela.

##### d. Características de la panoja

Se tomó el peso y tamaño de 10 panojas al azar. Se contó el número de panojas (P) por m<sup>2</sup>, luego se trillaron las panojas y se separaron los granos llenos (B) (maduros) de los granos vanos (M) y se determinó de la siguiente manera:

- Número de panojas / m<sup>2</sup> =  $P \times 20$
- Número de granos llenos/panoja =  $B/P$
- Número de granos vacíos/panoja =  $M/P$
- Porcentaje de granos llenos maduros =  $B/B \times M \times 100$
- Peso de 1000 granos

Se tomó 1000 granos enteros por parcela, con un contenido de humedad de 14 % y se calculó el promedio de sus pesos en granos.

**e. Maduración de granos**

Se registró el número de días al 100 % de maduración del grano basándose en una observación visual de cada parcela.

**f. Rendimiento de grano**

Considerando el área neta experimental (8 m<sup>2</sup>) se registró el rendimiento en Kg/ha de arroz en cáscara, ajustándose los datos al 14 % de humedad.

**g. Severidad de plagas**

Se evaluó la incidencia y severidad de la enfermedad teniendo en cuenta la Escala de Evaluación Estándar (1993).

**- Piricularia (*Piricularia oryzae*)**

**Cuadro 5: Descripción de la severidad de Piricularia**

<b>Grado</b>	<b>Descripción</b>
0	Hojas sanas
1	Menos del 1 %
3	Entre 1 y 5 %
5	Entre 6 y 25 %
7	Entre 26 – 50 %
9	Más del 50 %

- **Minador de hoja (*Hydrellia* sp.)**

**Cuadro 6: Descripción de la severidad del Minador de la hoja.**

<b>Grado</b>	<b>Descripción</b>
0	Ningún daño
1	Lesiones pequeñas del tamaño de la cabeza de un alfiler
3	1 - 5 % Perforaciones de aproximadamente 1 cm de largo
5	6 y 25 % Perforaciones de aproximadamente 1 cm de largo
7	26 – 50 % Perforaciones que ocupan hasta la mitad del área foliar pero sin defoliación
9	50 – 100 % Perforaciones severas en más de la mitad del área foliar que causan defoliación y muerte de la planta

**h. Análisis económico**

Para determinar el análisis económico se elaboró los costos de producción por hectárea de los tratamientos en estudio; así mismo se determinó el análisis beneficio costo.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el cultivo de arroz se analizaron estadísticamente mediante los análisis de variancia y la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad, existiendo homogeneidad y heterogeneidad en los parámetros evaluados.

### 5.1. Altura de plantas

Cuadro 7: Análisis de variancia para altura de plantas en cm.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	3,25	1,08	0,82	N. S.
A	1	0,46	0,46	0,35	N. S.
B	3	30,86	10,29	7,80	**
A x B	3	35,88	11,96	9,07	**
Error	21	27,69	1,32		
Total	31	98,14			

N. S.: No Significativo

\*\* : Altamente significativo

$R^2$ : 71,89 %

C.V.: 1,07

Sx: 0,41

x: 108,41

Cuadro 8: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor A (fuentes de K).

B en A <sub>1</sub> (KCl)				B en A <sub>2</sub> (KSO <sub>4</sub> )			
Trats.	Descr.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*	Trats.	Descr.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*
B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	110,44	a	B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	111,1	a
B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	108,32	ab	B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	107,8	ab
B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	108,01	b	B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	107,5	b
B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	107,33	b	B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	106,7	b



**Cuadro 9: Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).**

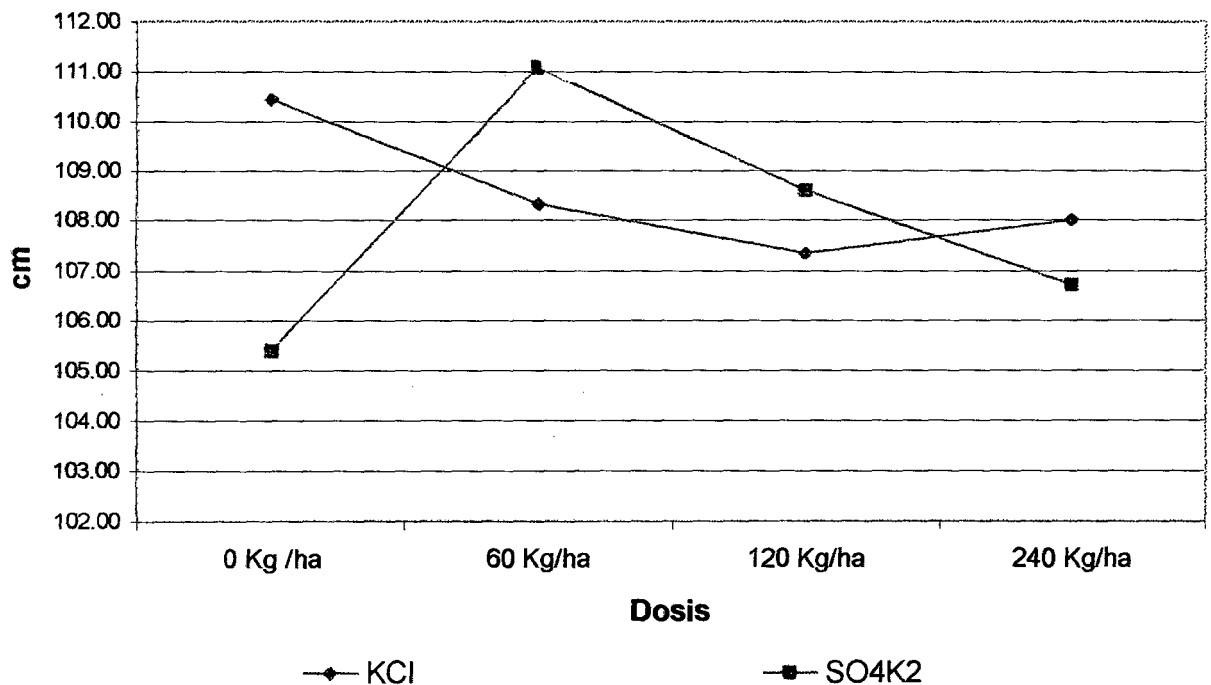
En B <sub>1</sub> (0 Kg/ha)				En B <sub>2</sub> (60 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>1</sub>	KCl	110,4	a	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	111,1	a
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	107,5	b	A <sub>1</sub>	KCl	108,3	b

**Cuadro 10: Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).**

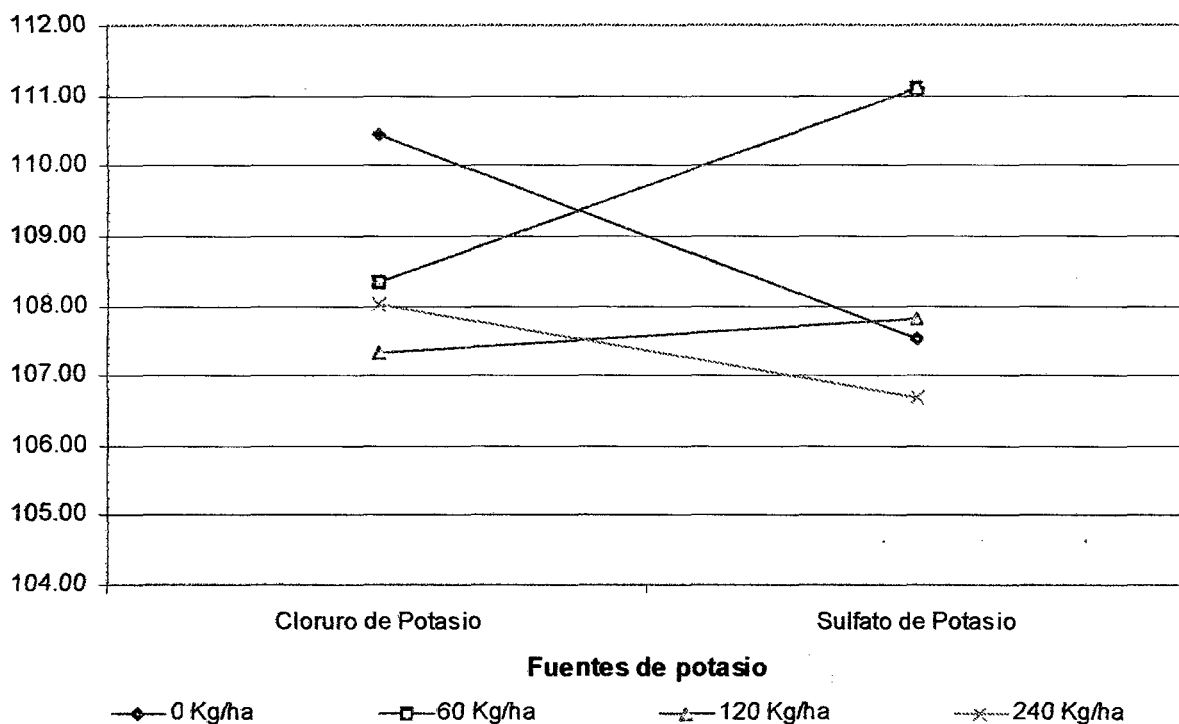
En B <sub>3</sub> (120 Kg/ha)				En B <sub>4</sub> (240 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	107,8	a	A <sub>1</sub>	KCl	108,0	a
A <sub>1</sub>	KCl	107,3	a	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	106,7	a

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

**Gráfico 1: Altura de plantas factor Fuentes de Potasio.**



**Gráfico 2: Altura de plantas para factor dosis de Potasio**



El cuadro 7 muestra el análisis de variancia para altura de plantas, indicando altamente significativo para el factor dosis de potasio e interacción.

De los cuadros 8,9 y 10 indica que a una mayor dosis de fertilizante de clk, la altura disminuye , porque se incrementa la salinidad del suelo(114) , bloqueando a elementos como el calcio, el magnesio y fierro ; se observa lo mismo con la fuente frente a la dosis de potasio, pero ocurre lo contrario cuando  $\text{SO}_4\text{K}_2$  a 60 kg / ha, se incrementa el crecimiento. A niveles 0 y mayor de 60kg / ha; se disminuye el crecimiento , concordando con **Yagodin A,B,D(1982)** y menciona que las sales afectan el crecimiento , por aumento de la presión osmótica de la solución suelo, favoreciendo la acumulación de ciertos iones tóxicos en el tejido de las plantas y alterando la nutrición mineral de las plantas ; por otro lado, **Quevedo Iturri F.(1994)** También menciona que

la acumulación de las sales en los suelos resulta en efecto dañinos en la planta debido a inhibición en la absorción del agua y disturbios nutricionales.

La prueba de Duncan (cuadro 8) para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor A<sub>1</sub> (fuentes de K) arrojó diferencias significativas del tratamiento B<sub>1</sub> (0 Kg de K/ha) respecto a los tratamientos B<sub>4</sub> (240 Kg de K/ha) y B<sub>3</sub> (120 Kg de K/ha) con valores de 110,4; 108,01 y 107,33 cm respectivamente y asumimos que las dosis de KCl influyeron en la altura de planta, por su alto índice de salinidad (114) afectan el crecimiento como por aumento de la presión osmótica de la solución suelo, favoreciendo la acumulación de iones tóxicos en el tejido de las plantas y alterando la nutrición mineral de las plantas. En general los resultados de los promedios de las dosis de K analizados dentro del A<sub>2</sub> (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) arrojaron también diferencias significativas entre los promedios evaluados y que en este caso el tratamiento B<sub>2</sub> (60 Kg de K/ha) superó estadísticamente a los tratamientos B<sub>1</sub> (0 Kg de K/ha) y al B<sub>4</sub> (240 Kg de K/ha), reflejo en mayor crecimiento de B<sub>2</sub> (60 kg de K/ha) por que el índice de salinidad de 46 del SO<sub>4</sub>K<sub>2</sub> no afectó al cultivo.

La prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K) indicados en los cuadros 9 y 10, nos muestran diferencias significativas solamente cuando las dosis son de 0 y 60 Kg de K/ha y con valores ligeramente mayores cuando este es de 60 Kg de K/ha, ratificándose los resultados obtenidos en el cuadro 8, donde la aplicación de mayores dosis de K utilizando cualquiera de las fuentes no se tradujeron en un crecimiento aéreo muy evidente.

## 5.2. Macollamiento por m<sup>2</sup>

Cuadro 11: Análisis de variancia para macollamiento por m<sup>2</sup>.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	16,66	5,56	6,89	**
A	1	0,02	0,02	0,02	N. S.
B	3	1,78	0,59	0,74	N. S.
A x B	3	4,50	1,50	1,86	N. S.
Error	21	16,95	0,81		
Total	31	39,92			

N. S.: No Significativo

\*\* : Altamente significativo

R<sup>2</sup>: 57,54 %

C.V.: 4,72 %

Sx: 0,32

x: 363,28

Cuadro 12: Prueba de Duncan para macollamiento por m<sup>2</sup>.

Tratamientos	Macollamiento / m <sup>2</sup>	Significancia
Cloruro de potasio a 120 Kg/ha	393,00	a
Sulfato de potasio a 0 Kg/ha	379,25	a
Sulfato de potasio a 60 Kg/ha	373,50	a
Cloruro de potasio a 240 Kg/ha	365,00	a
Sulfato de potasio a 120 Kg/ha	362,50	a
Cloruro de potasio a 60 Kg/ha	352,25	a
Sulfato de potasio a 240 Kg/ha	340,75	a
Cloruro de potasio a 0 Kg/ha	340,00	a

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

El cuadro 11 muestra el análisis de variancia para macollamiento por m<sup>2</sup>, el cual no arrojó diferencias significativas entre los promedios de tratamientos por factores ni para la interacción; la alta significancia observada en bloques indica que existe variabilidad en el contenido de potasio, este puede deberse a la profundidad del agua de cada bloque, al arrastre del suelo en el momento

de la nivelación, al ingreso del agua que puede arrastrar , transportar y percolar los nutrientes.

El diseño estadístico planteado para el presente trabajo fue el correcto **Calzada B.(1970)**;por otro lado la prueba de Duncan muestra la no significancia contrario a lo que menciona **Demolon y Pérez (1966)** , que al aumentar la concentración de azúcares reductores de los pecíolos hacia las raíces , se observa que la influencia del potasio se concreta en una evolución considerable de la relación de las raíces sobre las hojas , con engrosamiento del órgano de reserva en el caso de la zanahoria y gran aumento del ahijado en la cebada.

### 5.3. Días al 100 % de floración.

Cuadro 13: Análisis de variancia para días al 100 % de floración.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	0,05	0,01	7,58	**
A	1	0,001	0,001	0,44	N. S.
B	3	0,04	0,01	5,23	**
A x B	3	0,01	0,003	1,33	N. S.
Error	21	0,53	0,003		
Total	31	0,16			

N. S.: No Significativo

\*\* : Altamente significativo

$R^2$ : 67,28 %

C.V.: 0,48 %

Sx: 0,02

x: 108,44

Cuadro 14: Prueba de Duncan para días al 100 % de floración factor fuente de K.

Tratamientos	Días	Significancia
Sulfato de potasio	109,38	a
Cloruro de potasio	109,13	a

**Cuadro 15: Prueba de Duncan para días al 100 % de floración factor dosis de potasio.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Días</b>	<b>Significancia</b>
0 Kg/ha	110,13	a
60 Kg/ha	109,75	ab
120 Kg/ha	108,75	bc
240 Kg/ha	108,38	c

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

El cuadro 13 muestra el análisis de variancia para días al 100 % de floración, indicando altamente significativo para el factor dosis de potasio; el cuadro 15 arrojó diferencias estadísticas significativas entre los promedios de tratamientos y el cual corrobora al análisis de varianza. Para efectos del presente trabajo los resultados arrojaron mayor numero de días al 100% de floración cuando estos tuvieron menos dosis de potasio y a mayor dosis de potasio se acorta el periodo de la floración del cultivo de arroz. La aplicación de fuentes de K no han sido determinantes para la presente variable.

Así mismo se puede observar en el cuadro de parámetros climáticos que en los últimos tres meses, las temperaturas fueron adecuadas para la floración, el cual concuerda con **INPOFOS, 1993**, cuando hace mención que el cultivo requiere como mínimo 15 °C siendo un óptimo de 30 °C, así mismo las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de grano.

#### 5.4. Panojas por m<sup>2</sup>

Cuadro 16: Análisis de variancia para numero de panojas por m<sup>2</sup>.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	0,19	0,06	0,72	N. S.
A	1	0,59	0,59	6,93	*
B	3	2,86	0,95	11,11	**
A x B	3	3,08	1,03	11,98	**
Error	21	1,80	0,09		
Total	31	8,52			

N. S.: No Significativo

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

R<sup>2</sup>: 78,86 %

C.V.: 1,72 %

Sx: 0,10

x: 291,70

Cuadro 17: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor A (Fuentes de K).

B en A <sub>1</sub> (KCl)				B en A <sub>2</sub> (KSO <sub>4</sub> )			
Trats.	Descrp.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*	Trats.	Descrp.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*
B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	291,5	a	B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	315,5	a
B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	291,0	a	B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	309,0	ab
B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	288,0	ab	B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	296,0	b
B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	277,25	b	B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	264,5	c

Cuadro 18: Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).

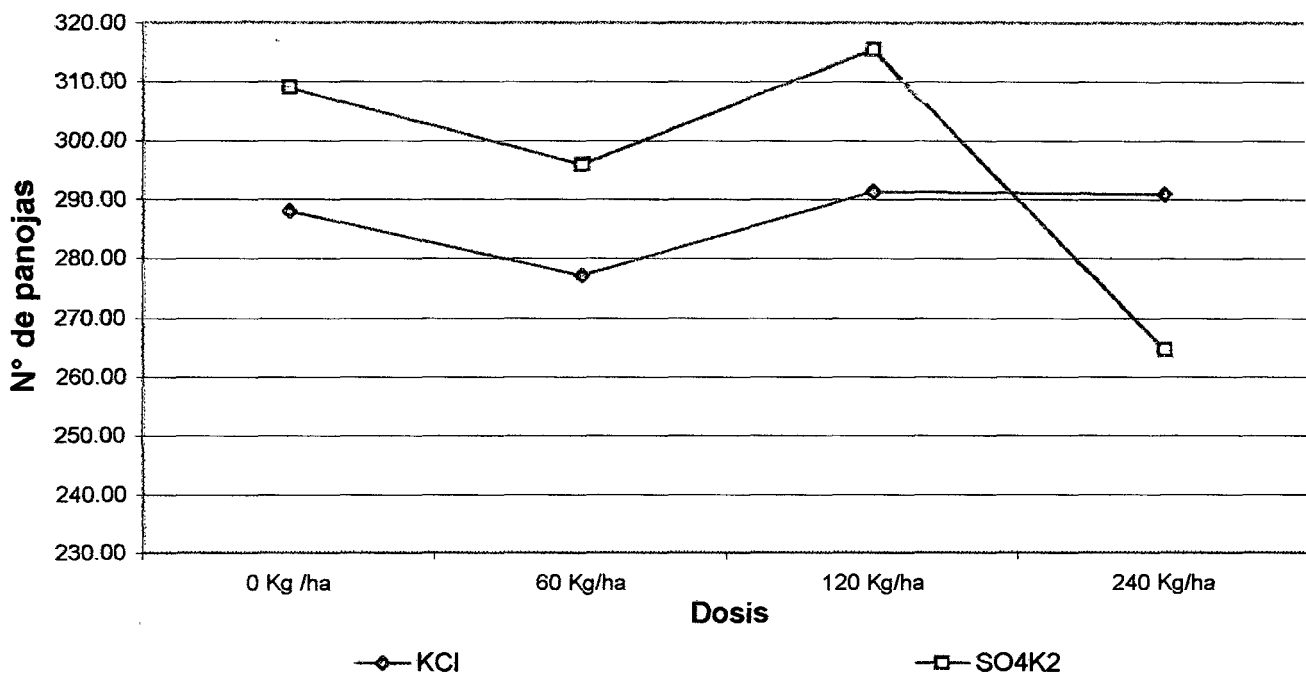
En B <sub>1</sub> (0 Kg/ha)				En B <sub>2</sub> (60 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	309	a	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	296	a
A <sub>1</sub>	KCl	288	b	A <sub>1</sub>	KCl	277,25	b

**Cuadro 19: Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).**

En B <sub>3</sub> (120 Kg/ha)				En B <sub>4</sub> (240 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	315,5	a	A <sub>1</sub>	KCl	291	a
A <sub>1</sub>	KCl	291,5	b	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	264,5	b

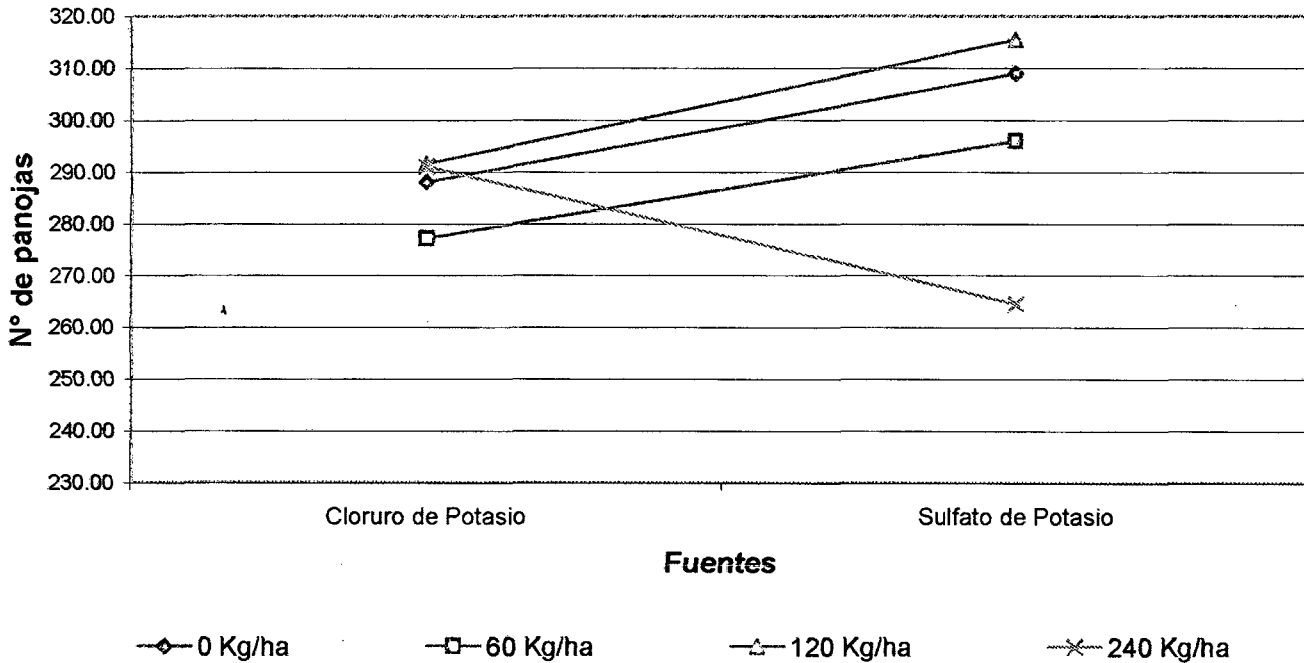
\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

**Gráfico 3: Panojas por m<sup>2</sup> Factor Fuentes de Potasio.**





**Gráfico 4: Panojas por m<sup>2</sup>. Factor dosis de potasio.**



El cuadro 16 muestra el análisis de variancia para panojas por m<sup>2</sup>, indicando altamente significativo para el factor dosis de potasio e interacción; lo que nos obliga a analizar los promedios de tratamientos de los factores entre sí, tal como se observa en los cuadros 17, 18 y 19 respectivamente.

La prueba de Duncan (cuadro 17) para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor A<sub>1</sub> (KCl) arrojó diferencias significativas de los tratamientos B<sub>3</sub> (120 Kg de K /ha) y B<sub>4</sub> (240 Kg de K /ha) respecto del tratamiento B<sub>2</sub> (60 Kg de K/ha) con valores de 291,5; 291,0 y 277,25 panojas por m<sup>2</sup> respectivamente, asumimos que las dosis de 120 Kg de KCl/ha es una dosis adecuada. En general los resultados de los promedios de las dosis de K analizados dentro del A<sub>2</sub> (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) arrojaron también diferencias significativas entre los promedios evaluados y que en este caso el tratamiento B<sub>3</sub> (120 Kg

de  $K_2SO_4$ /ha) con un promedio de 315,5 panojas por  $m^2$  superó estadísticamente a los tratamientos  $B_2$  ( 60 Kg de K/ha) y al  $B_4$  (240 Kg de K/ha).

La prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K) indicados en los cuadros 18 y 19, nos muestran diferencias significativas para todas las dosis incluyendo a los testigos.

La diferencia entre los testigos, puede haberse debido al contenido de natural de nutrientes existentes en el suelo y que es difícil de determinar. La fuente de  $K_2SO_4$  con 60 y 120 Kg/ha superaron estadísticamente en sus promedios a las de dosis de 60 y 120 Kg/ha de KCl. Sin embargo cuando esta se incrementó a 240 Kg/ha el tratamiento con KCl con 291 panojas por  $m^2$  superó estadísticamente a la dosis con fuente de  $K_2SO_4$  con un promedio de 264,5 panojas.

Todo esto se resume en los gráficos 3 y 4 el cual muestran el número de panojas por  $m^2$  para el factor fuente y dosis de potasio respectivamente; indicando que con la aplicación de sulfato de potasio a 120 Kg/ha se obtiene mayor cantidad de panojas por  $m^2$ , pero así mismo se observa que no existe diferencia significativa con la dosis 60 Kg/ha por lo que la respuesta frente al equilibrio nutricional que encuentra la planta se mantiene, tal como señala el **Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993)**, que el inadecuado potasio para cubrir las necesidades de todas las partes de la planta disminuye la producción y pone al cultivo en condiciones indeseables. Así mismo menciona



que la interacción de un elemento con otro es muy importante para una mejor respuesta de las plantas. Cabe señalar que los costos de producción disminuyen con dosis de 60 Kg/ha, teniendo en cuenta que la diferencia de panojas por m<sup>2</sup> entre 120 y 60 Kg/ha de sulfato de potasio es 0,54 panojas.

Por otro lado la cantidad de panojas por m<sup>2</sup> está estrechamente relacionada con el número de macollos, pero sin embargo existen macollos que no llegaron a producir panojas esto puede deberse a algunos factores fisiológicos de la planta. Así mismo estos resultados no superan la cantidad reportada por el **CIAT, CODESEL, y MINAG (2000)** el cual obtuvo promedios de 450 panojas por m<sup>2</sup>, con IR36 a un distanciamiento 0.2 por 0.2m , el bajo promedio de panojas por m<sup>2</sup> según **CODÉSE- L,y MINAG(2000)** es porque algo esta mal con el método de cultivo , la variedad del arroz o con el suelo , el distanciamiento y la aplicación de fertilizante. Según **LT. Evans** , indica que la radiación solar durante las 6 semanas posteriores al transplante no muestran una correlación para el numero de macollos ; pero si presento una correlación muy alta con la cantidad de macollos que producían inflorescencia

### 5.5. Granos llenos por panoja

Cuadro 20: Análisis de variancia para número de granos llenos por panoja.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	0,03	0,01	0,18	N. S.
A	1	0,003	0,003	0,05	N. S.
B	3	1,48	0,49	8,22	**
A x B	3	0,42	0,14	2,35	N. S.
Error	21	1,26	0,06		
Total	31	3,19			

N. S.: No Significativo

\*\* : Altamente significativo

R<sup>2</sup>: 60,62 %

C.V.: 2,23 %

Sx: 0,09

x: 120,65

Cuadro 21: Prueba de Duncan para granos llenos por panoja factor fuentes de potasio.

Tratamientos	Granos llenos/panoja	Significancia
Sulfato de potasio	120,78	a
Cloruro de potasio	120,34	a

Cuadro 22: Prueba de Duncan para granos llenos por panoja factor dosis de potasio.

Tratamientos	Granos llenos/panoja	Significancia
0 Kg/ha	123,88	a
120 Kg/ha	123,43	a
60 Kg/ha	122,54	a
240 Kg/ha	112,57	b

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

El cuadro 20 muestra el análisis de variancia para granos llenos por panoja, indicando altamente significativo para el factor dosis de potasio; así mismo el coeficiente de variabilidad (C.V) de 2,23 % se encuentra dentro del rango de aceptación para realizar trabajos agrícolas y ganadero tal como establece **Calzada (1970)**; el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 60,62 % nos indica el poco grado de asociación que existió entre los tratamientos; pudiendo haber afectado algunos factores edafoclimáticos.

La prueba de Duncan para granos llenos por panoja factor fuentes de potasio, se muestra en el cuadro 21, indicando que sulfato de potasio con 120,78 granos llenos por panoja ocupó el primer lugar pero no superó estadísticamente a cloruro de potasio que obtuvo un promedio de 120,34 granos.

Por otro lado la prueba de Duncan para la dosis de potasio (cuadro 22), indica que las dosis 0, 120 y 60 Kg/ha con 123,88; 123,43 y 122,54 granos llenos por panoja respectivamente no se diferenciaron estadísticamente; superando a la dosis 240 Kg/ha que alcanzó 112,57 granos llenos.

Estos resultados fueron superiores comparativamente con los que reporta **INPOFOS (1993)**, quien menciona que el rendimiento puede ser influenciado en muchas formas por la nutrición de potasio. En cultivos de grano se puede mejorar el número de mazorcas llenas por unidad de área, así como el número de granos por mazorca y el peso de cada grano. También refiere que en cultivos que macollan como el arroz, condiciones de deficiencia de potasio resultan menos macollos productivos y menos granos por macollo; así mismo

refieren que con aplicaciones de 120 Kg de N y 0 Kg de K<sub>2</sub>O se obtiene 89 granos en comparación con aplicaciones de 120 Kg de N y 120 Kg de K<sub>2</sub>O se incrementa a 107 granos por panoja en un promedio de 6 variedades.

## 5.6. Granos vanos por panoja

Cuadro 23: Análisis de variancia para numero de granos vanos por panoja.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	0,004	0,001	0,02	N. S.
A	1	0,07	0,07	1,11	N. S.
B	3	1,81	0,60	10,06	**
A x B	3	0,58	0,19	3,20	*
Error	21	1,26	0,06		
Total	31	3,72			

N. S.: No Significativo

\*: Significativo

\*\*:: Altamente significativo

R<sup>2</sup>: 66,11 %

C.V.: 4,77 %

Sx: 0,09

x:

26,49

Cuadro 24: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor A (Fuentes de K).

B en A <sub>1</sub> (KCl)				B en A <sub>2</sub> (KSO <sub>4</sub> )			
Trats.	Descrp.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*	Trats.	Descrp.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*
B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	29,00	a	B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	30,00	a
B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	28,37	a	B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	28,70	a
B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	28,37	a	B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	23,13	b
B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	23,57	b	B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	22,38	b

**Cuadro 25:** Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).

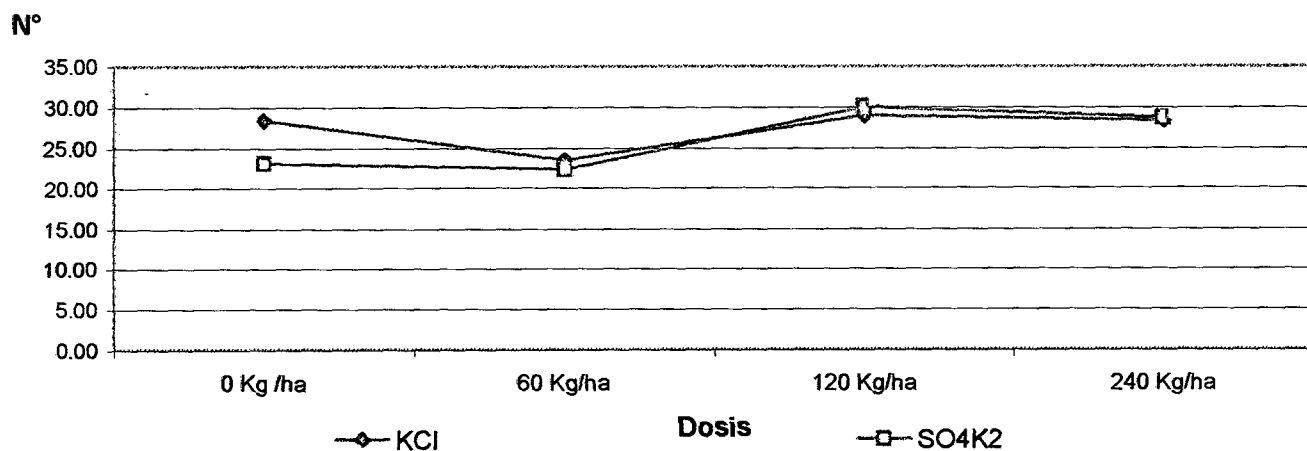
En B <sub>1</sub> (0 Kg/ha)				En B <sub>2</sub> (60 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>1</sub>	KCl	28,37	a	A <sub>1</sub>	KCl	23,57	a
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	23,13	b	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	22,38	a

**Cuadro 26:** Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).

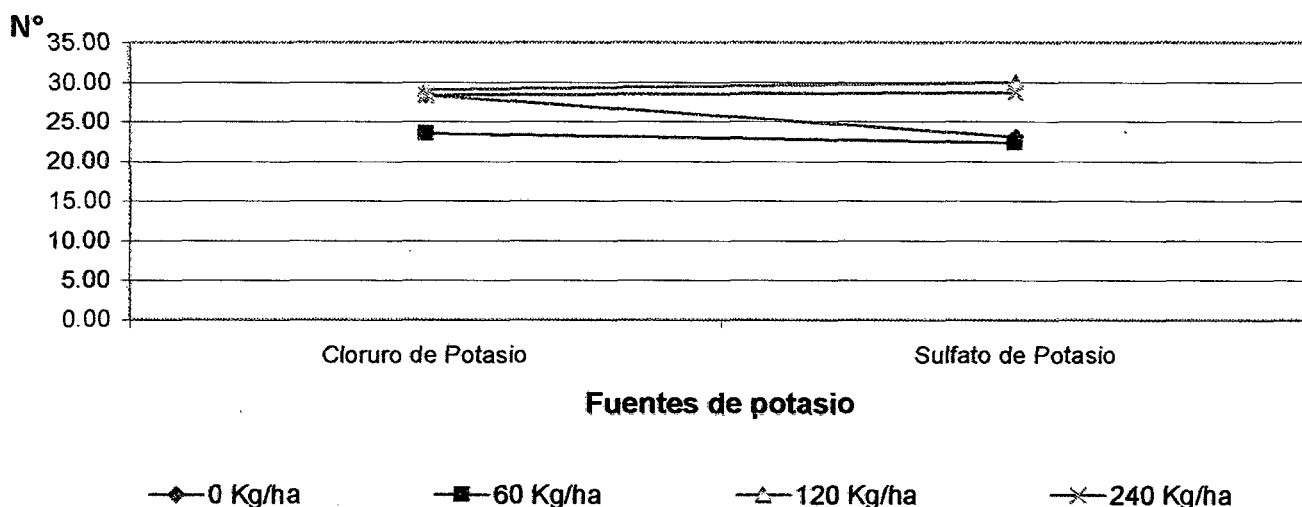
En B <sub>3</sub> (120 Kg/ha)				En B <sub>4</sub> (240 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	30,00	a	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	28,70	a
A <sub>1</sub>	KCl	29,00	b	A <sub>1</sub>	KCl	28,37	a

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

**Gráfico 5: Número de granos vanos por panoja. Factor fuentes de Potasio.**



**Gráfico 6: Número de granos vanos por panoja. Factor dosis de potasio.**



El cuadro 23 muestra el análisis de variancia para granos vanos por panoja, indicando altamente significativo para el factor dosis de potasio e interacción; así mismo el coeficiente de variabilidad (C.V) de 4,77 % y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 66.11 % Valores aceptables para realizar trabajos agrícolas y ganaderos tal como establece **Calzada (1970)**.

La alta significación para la interacción, nos obliga a analizar los promedios de tratamientos de los factores entre sí, tal como se observa en los cuadros 24, 25 y 26 respectivamente.

La prueba de Duncan (cuadro 24) para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor A<sub>1</sub> (KCl) arrojó diferencias significativas de los tratamientos B<sub>3</sub> (120 Kg de K /ha), B<sub>1</sub> (0 Kg de K/ha) y B<sub>4</sub> (240 Kg de K /ha) con 29,00; 28,37 y 28,37 granos vanos por panoja respectivamente, respecto del tratamiento B<sub>2</sub> (60 Kg de K /ha) con un promedio de 23,57 de granos vanos por panoja. Cuando las dosis se evaluaron con la fuente de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, los



tratamientos B<sub>3</sub> (120 Kg/ha) y B<sub>4</sub> (240 Kg/ha) con 30,00 y 28,70 granos vanos por panoja respectivamente superaron estadísticamente a los tratamientos B<sub>1</sub> (0 Kg/ha) y B<sub>2</sub> (60 Kg/ha) con promedios de 23,13 y 22,38 granos vanos por panoja respectivamente.

La prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K) indicados en el cuadro 25 y 26, nos muestran diferencias significativas entre los testigos y entre dosis con 120 Kg/ha.

La diferencia entre los testigos, puede haberse debido al contenido de natural de nutrientes existentes en el suelo y otros factores no controlables. Sin embargo cualquiera que fuese la fuente de K, una dosis de 60 Kg/ha de potasio se traduce en un menor número de granos bajos por panoja.

Todo esto se resume en los gráficos 5 y 6 el cual muestran la cantidad de granos vanos por panoja para el factor fuentes y dosis de potasio respectivamente; indicando con la aplicación de 60 Kg/ha de potasio se obtiene menor cantidad de granos vanos por panoja, esto puede deberse a que la planta encontró una mejor respuesta nutricional, ya que la materia orgánica es fuente principal de azufre y otros elementos como el nitrógeno principalmente y microelementos como el Boro; esto más la aplicación de sulfato de potasio a incrementado la cantidad de azufre en el suelo, por el cual la disponibilidad es mayor, así mismo el azufre es esencial para la formación de proteínas ya que forman parte de algunos aminoácidos y la formación de clorofila (**FAR, PPIC, PPI, 1988**). Por otro lado (**STOLLER, 2000**), menciona

que el Boro es esencial en la germinación de los granos de polen y en el crecimiento del tubo polínico. Así mismo el **Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993)**, menciona que la interacción de un elemento con otro es muy importante para una mejor respuesta de las plantas.

### 5.7. Porcentaje de granos llenos maduros

Cuadro 27: Análisis de variancia para porcentaje de granos llenos maduros.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	3,79	1,27	0,41	N. S.
A	1	8,99	8,99	2,95	N. S.
B	3	17,39	5,79	1,90	N. S.
A x B	3	17,46	5,82	1,91	N. S.
Error	21	64,07	3,05		
Total	31	111,71			

N. S.: No Significativo

$R^2$ : 42,65 %

C.V.: 2,64 %

Sx: 0,62

x:

83,45

Cuadro 28: Prueba de Duncan para porcentaje de granos llenos maduros.

Tratamientos	Granos llenos maduros	Duncan (0.05)
Sulfato de potasio a 120 Kg/ha	84,63	a
Cloruro de potasio a 0 Kg/ha	84,52	a
Sulfato de potasio a 60 Kg/ha	84,46	a
Sulfato de potasio a 0 Kg/ha	84,41	a
Cloruro de potasio a 60 Kg/ha	84,27	a
Sulfato de potasio a 240 Kg/ha	83,13	ab
Cloruro de potasio a 240 Kg/ha	82,30	ab
Cloruro de potasio a 120 Kg/ha	79,90	b

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

El cuadro 27 muestra el análisis de variancia para porcentaje de granos llenos maduros, indicando no significativo para factores e interacciones; así mismo el coeficiente de variabilidad (C.V) de 2,64 % se encuentra dentro del rango de aceptación para realizar trabajos agrícolas y ganadero tal como establece **Calzada (1970)**; el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 42,65 % nos indica el poco grado de asociación que existió entre resultados de un mismo tratamientos; pudiendo haber afectado algunos factores edafoclimáticos, genéticos o hormonal de la planta.

Por otro lado la prueba de Duncan para la dosis de potasio (cuadro 28), corrobora la no significancia entre dosis estudiadas indicadas en el análisis de varianza. Donde todos los tratamientos a excepción de las dosis de 240 Kg/ha de potasio indistintamente de las fuentes superaron estadísticamente al tratamiento con 120 Kg de KCl/ha el cual tuvo un valor de 79,9 granos llenos maduros. **CIAT , CODESE- L , MINAG (2000)** indica que los granos alcanzan el estado de madurez en el trópico cálido 30 días después de la floración y en áreas mas frescas el proceso se retarda con ganancia en el llenado y peso de los granos. También menciona que la planta esta fisiológicamente madura cuando el 90% de los granos han madurado y muestran un color amarillo pajizo. Indica el mismo autor que algunas espinillas nunca se llenan y pueden permanecer de color verde.

### 5.8. Peso de 1000 granos

Cuadro 29: Análisis de variancia para peso de 1000 granos (14 % H°).

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	0,43	0,14	0,53	N. S.
A	1	0,02	0,02	0,07	N. S.
B	3	3,09	1,03	3,80	*
A x B	3	2,89	0,96	3,54	*
Error	21	5,70	0,27		
Total	31	12,14			

N. S.: No Significativo

\*: Significativo

R<sup>2</sup>: 53,04 %

C.V.: 1,93 %

Sx: 0,18

x:

27,05

Cuadro 30: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor A (Fuentes de K).

B en A <sub>1</sub> (KCl)				B en A <sub>2</sub> (KSO <sub>4</sub> )			
Trats.	Descrp.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*	Trats.	Descrp.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*
B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	27,41	a	B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	27,66	a
B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	27,13	ab	B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	27,23	a
B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	27,02	ab	B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	27,17	a
B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	26,52	b	B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	26,23	b

Cuadro 31: Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).

En B <sub>1</sub> (0 Kg/ha)				En B <sub>2</sub> (60 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	27,66	a	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	27,23	a
A <sub>1</sub>	KCl	27,13	a	A <sub>1</sub>	KCl	26,53	a

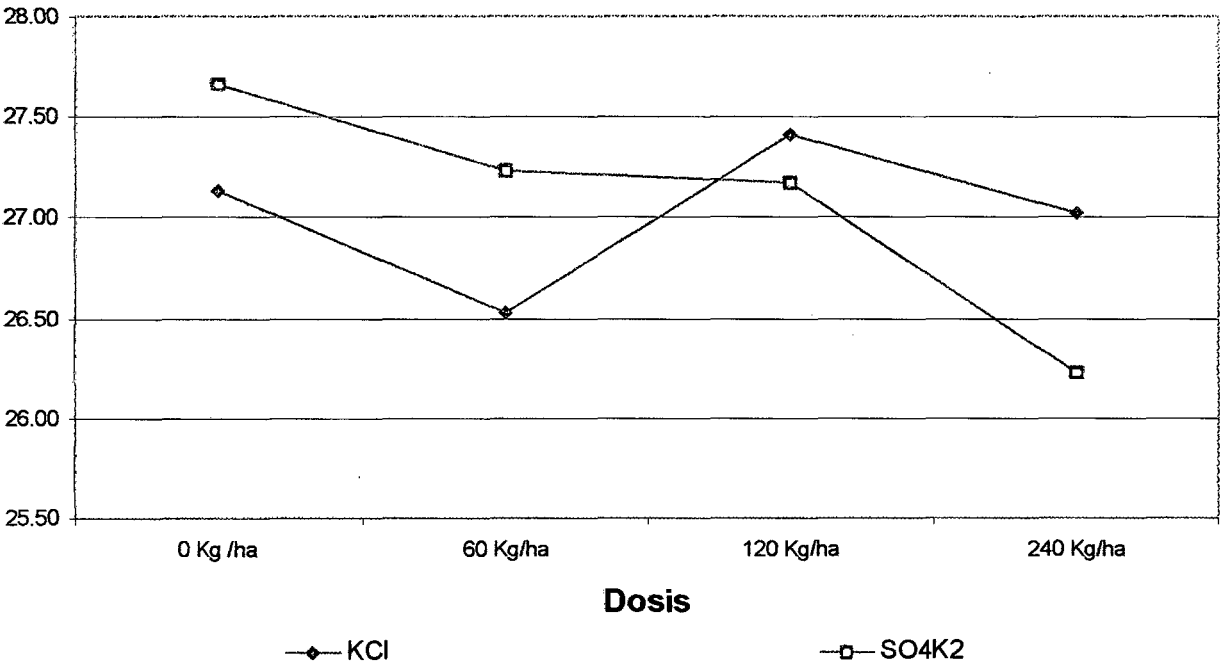
Cuadro 32: Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).

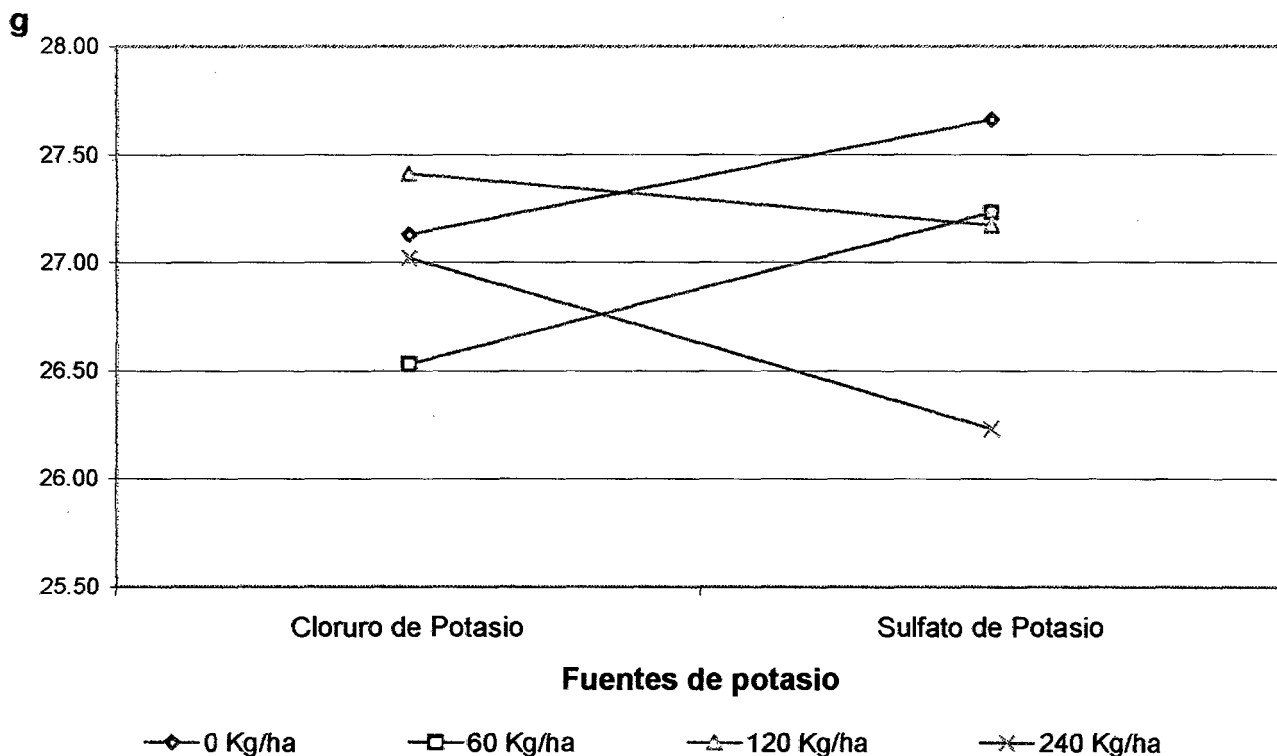
En B <sub>3</sub> (120 Kg/ha)				En B <sub>4</sub> (240 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>1</sub>	KCl	27,41	a	A <sub>1</sub>	KCl	27,02	a
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	27,17	a	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	26,23	b

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

Gráfico 7: Peso de 1000 granos. Factor fuentes de Potasio.

g



**Gráfico 8: Peso de 1000 granos. Factor dosis de potasio.**

El cuadro 29 muestra el análisis de variancia para peso de 1000 granos (14 %  $H^0$ ), indicando altamente significativo para el factor dosis de potasio e interacción; así mismo el coeficiente de variabilidad (C.V) de 1,93 % y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 53,04 % valores aceptables para realizar trabajos agrícolas y ganaderos tal como establece **Calzada (1970)**.

La alta significación para la interacción, nos obliga a analizar los promedios de tratamientos de los factores entre sí, tal como se observa en los cuadros 30, 31 y 32 respectivamente.

La prueba de Duncan (cuadro 30) para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor  $A_1$  (clk) arrojó diferencias significativas del

tratamiento B<sub>3</sub> (120 Kg de K /ha) con 27,41 gramos por 1000 granos, respecto del tratamiento B<sub>2</sub> (120 Kg de K /ha) con un promedio de 26.52 gramos por 1000 granos. Cuando las dosis se evaluaron con la fuente de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (A<sub>2</sub>), los tratamientos B<sub>1</sub> (0 Kg/ha), B<sub>2</sub> (60 Kg/ha) y B<sub>3</sub> (120 Kg/ha) con 27,66; 27,23 y 27,17 gramos por 1000 granos respectivamente superaron estadísticamente al tratamiento B<sub>4</sub> (240 Kg/ha) que arrojó un promedio de 26,23 gramos por 1000 granos.

La prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K) indicados en los cuadros 31 y 32, nos muestran diferencias significativas entre los promedios de las fuentes de potasio solo cuando la dosis fue de 240 Kg/ha de potasio, donde la fuente **clk** arrojó el mayor valor en peso con 27,02 gramos frente a 26,23 gramos en peso arrojado por la fuente con K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Todo esto se resume en los gráficos 7 y 8 el cual muestran el peso de 1000 granos para el factor fuentes y dosis de potasio respectivamente; indicando que con la aplicación de sulfato de potasio se obtiene mayores pesos, esto puede deberse a que el contenido de nitrógeno, potasio y azufre en estos suelos más la aplicación de sulfato de potasio han encontrado un mejor equilibrio lo que hace que la planta tenga mejor respuesta, ya que el nitrógeno aumenta el contenido de proteínas de las planta en forma directa y cantidades adecuadas de potasio mejora el uso que las plantas hacen de dosis altas de nitrógeno, esto hace que exista una mayor conversión de azúcares en la zona de reserva. **(FAR, PPIC, PPI, 1988).**

Estos resultados fueron menores en comparación con los reportados por el **CIAT, CODESEL, MINAG (2000) y INIA (1998)**, el cual obtuvieron de 28 a 30 g respectivamente. Así mismo los resultados encontrados en el presente trabajo fueron superiores a los publicados por **INPOFOS (1993)** el cual menciona que con aplicaciones de 120 Kg de N y 0 Kg de K<sub>2</sub>O se obtuvo 20,2 g y en tratamientos de 120 Kg de N y 120 Kg de K<sub>2</sub>O se obtiene 21,5 g.

### 5.9. Días al 100 % de maduración

Cuadro 33: Análisis de variancia para días de maduración de granos al 100 %.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significa.
Bloques	3	0,61	0,20	8,98	**
A	1	0,004	0,004	0,18	N. S.
B	3	0,06	0,002	0,95	N. S.
A x B	3	0,02	0,007	0,30	N. S.
Error	21	0,47	0,02		
Total	31	1,18			

N. S.: No Significativo

\*\* : Altamente significativo

R<sup>2</sup>: 59,49 %

C.V.: 1,26 %

Sx: 0,05

x: 11,71

Cuadro 34: Prueba de Duncan para días de maduración de granos al 100 %.

Tratamientos	Días	Significancia
Cloruro de potasio a 120 Kg/ha	139,71	a
Sulfato de potasio a 60 Kg/ha	138,06	a
Cloruro de potasio a 240 Kg/ha	137,59	a
Sulfato de potasio a 120 Kg/ha	137,36	a
Cloruro de potasio a 60 Kg/ha	137,36	a
Sulfato de potasio a 240 Kg/ha	136,89	a
Sulfato de potasio a 0 Kg/ha	135,72	a
Cloruro de potasio a 0 Kg/ha	135,49	a

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.



El cuadro 33 muestra el análisis de variancia para días al 100 % de maduración, indicando no significativo para factores e interacción; así mismo el coeficiente de variabilidad (C.V) de 1,26 % se encuentra dentro del rango de aceptación para realizar trabajos agrícolas y ganadero tal como establece **Calzada (1970)**; el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 59,49 % nos indica el poco grado de asociación que existió entre los tratamientos; pudiendo haber afectado algunos factores edafoclimáticos.

El cuadro 34 muestra la prueba de Duncan para la interacción de factores, indicando que no existió diferencia estadística entre los tratamientos, los promedios variaron de 135,49 a 139,71 días. El retardo de la maduración de granos al 100 % puede deberse a la alta dosis de fertilización nitrogenada aplicada durante el periodo vegetativo, tal como menciona **(Kauffman y otros, 1981)** que la maduración es afectada por la temperatura del aire y en menor grado por la temperatura del agua; también menciona que la deficiencia de nitrógeno acelera un poco la maduración y las aplicaciones elevadas la demoran ligeramente.

#### 5.10. Rendimiento en Kg/ha

Cuadro 35: Análisis de variancia para rendimiento en Kg/ha.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significa.
Bloque	3	266407,24	88802,41	0,47	N. S.
A	1	4576136,73	4576136,73	24,38	**
B	3	4010484,76	1336828,26	7,12	**
A x B	3	6806332,03	2268777,34	12,09	**
Error	21	3942098,34	187718,97		
Total	31	19601459,11			

N. S.: No Significativo

\*\* : Altamente significativo

$R^2$ : 79,89 %

C.V.: 6,21 %

$S_x$ : 153,18

$\bar{x}$ : 6978,85

**Cuadro 36: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor A (Fuentes de K).**

B en A <sub>1</sub> (KCl)				B en A <sub>2</sub> (KSO <sub>4</sub> )			
Trats.	Descrip.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*	Trats.	Descrip.	Prom. (cm)	Duncan (0,05)*
B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	7502	a	B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	7488	a
B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	7324	a	B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	7438	a
B <sub>4</sub>	240 Kg/ha	5806	b	B <sub>3</sub>	120 Kg/ha	7295	a
B <sub>2</sub>	60 Kg/ha	5771	b	B <sub>1</sub>	0 Kg/ha	7208	a

**Cuadro 37: Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).**

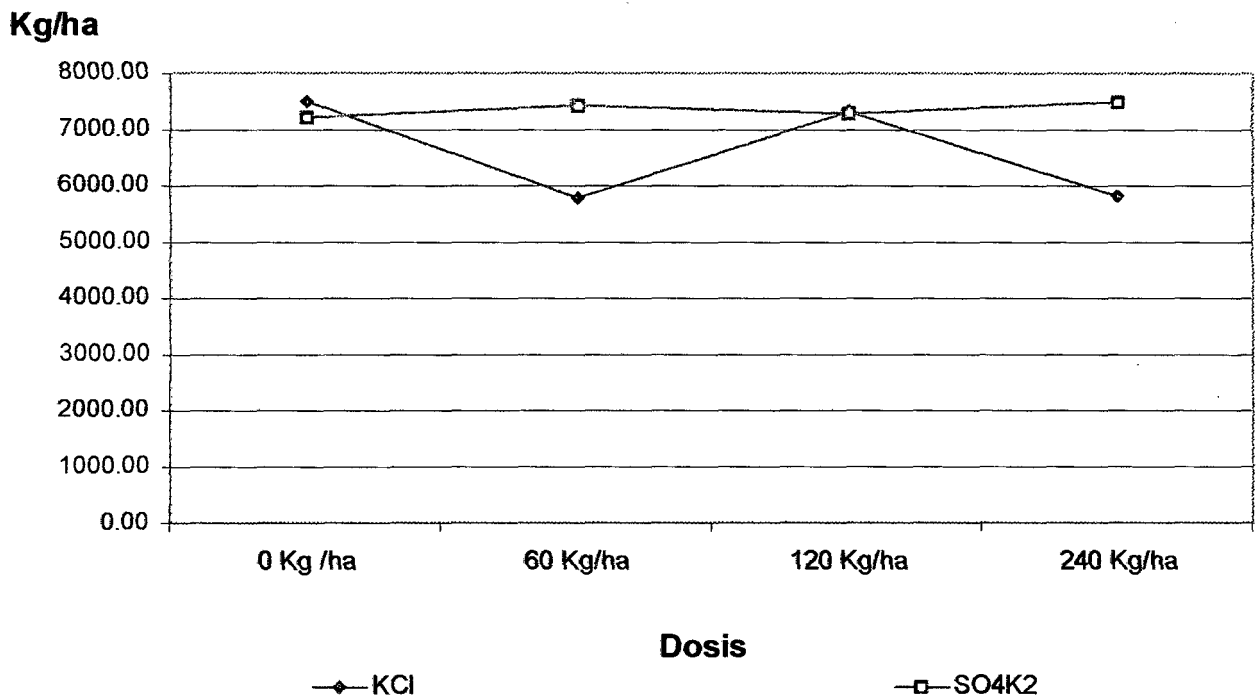
En B <sub>1</sub> (0 Kg/ha)				En B <sub>2</sub> (60 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>1</sub>	KCl	7502	a	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	7438	a
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	7208	a	A <sub>1</sub>	KCl	5771	b

**Cuadro 38: Prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K).**

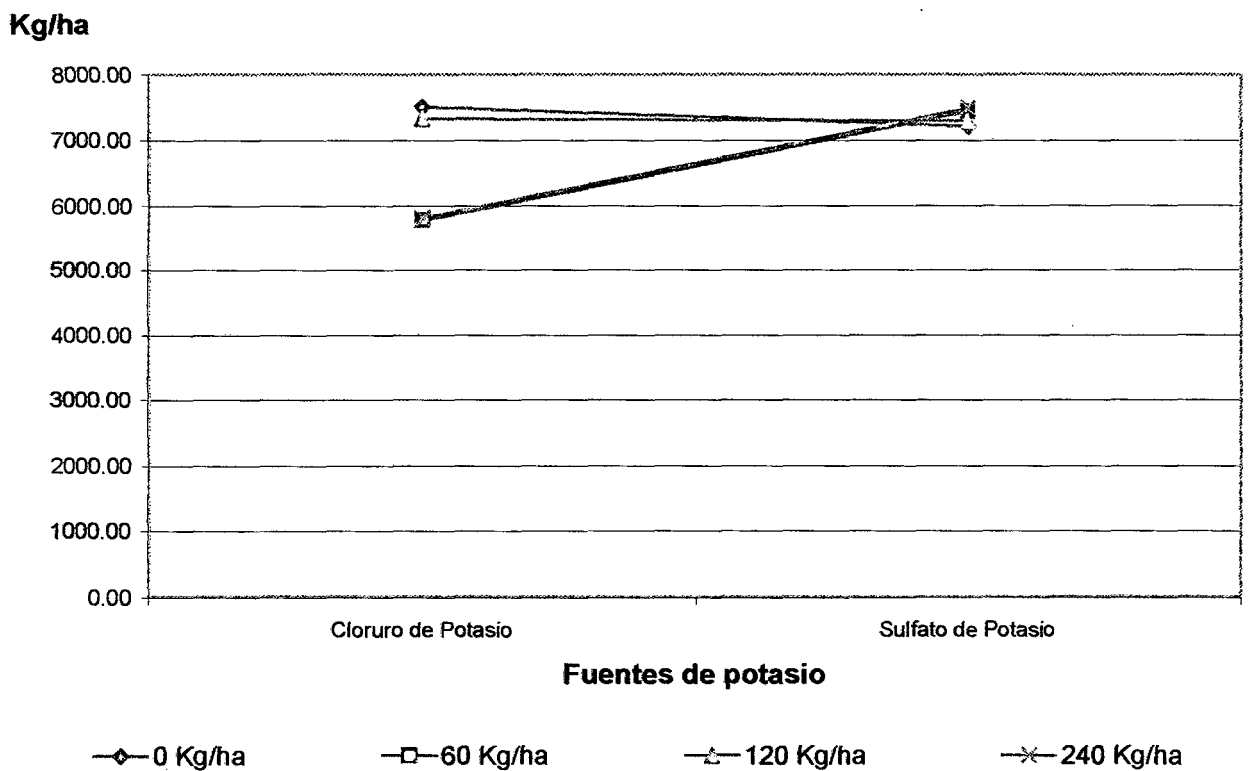
En B <sub>3</sub> (120 Kg/ha)				En B <sub>4</sub> (240 Kg/ha)			
Trats	Desc.	Prom	Dunc	Trats	Desc.	Prom	Dunc
A <sub>1</sub>	KCl	7324	a	A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	7488	a
A <sub>2</sub>	KSO <sub>4</sub>	7295	a	A <sub>1</sub>	KCl	5806	b

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

**Gráfico 9: Rendimiento en Kg/ha. Factor fuentes de Potasio.**



**Gráfico 10: Rendimiento en Kg/ha. Factor dosis de potasio.**



El cuadro 35 muestra el análisis de variancia para el rendimiento, indicando altamente significativo para el factor dosis de potasio e interacción; así mismo el coeficiente de variabilidad (C.V) de 6,21 % y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 79.89 % valores aceptables para realizar trabajos agrícolas y ganaderos tal como establece **Calzada (1970)**.

La alta significación para la interacción, nos obliga a analizar los promedios de tratamientos de los factores entre sí, tal como se observa en los cuadros 36, 37 y 38 respectivamente.

La prueba de Duncan (cuadro 36) para los promedios de tratamientos del factor B (dosis) dentro del factor  $A_1$  (KCl) arrojó diferencias significativas superiores de los tratamientos  $B_1$  (0 Kg/ha) y  $B_3$  (120 Kg/ha) con 7 502 y 7 324 Kg/ha respectivamente, comparativamente con los tratamientos  $B_4$  (240 Kg/ha) y  $B_2$  (60 Kg de K/ha) con promedios de 5 806 y 5 771 Kg/ha respectivamente. Cuando las dosis se evaluaron con la fuente de  $K_2SO_4$  ( $A_2$ ), los Tratamientos no difirieron estadísticamente entre ellos, siendo la dosis con 240 Kg/ha el que arrojó el mayor rendimiento con 7 488 Kg/ha este resultado difiere con **MOLINOS Y CIA S.A. (folleto)** donde menciona que un cultivo produce 7 840kg/ha de arroz absorbe 190kg de  $K_2O$  (en comparación a 130kg de nitrógeno) también indica que el potasio aumenta el desarrollo de la hoja y de los macollos , así como el tamaño y peso de los granos; el tratamiento testigo el que arrojó en menor rendimiento con 7 208kg/ha.

La prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos del factor A (fuentes de K) dentro del factor B (Dosis de K) indicados en los cuadros 37 y 38, nos muestran diferencias significativas entre los promedios de las fuentes de potasio solo cuando las dosis fueron 60 y 240 Kg/ha de potasio y en ambos casos la fuente con  $K_2SO_4$  arrojó 7 438 y 7 488 Kg/ha respectivamente al ser comparados con la fuente de KCl que arrojó valores de 5 771 y 5 806 Kg/ ha respectivamente. Sin embargo, fue el tratamiento testigo con 0 Kg/ha de KCl el que arrojó el mayor rendimiento con 7 502 Kg/ha.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo tiene similitud con lo que menciona **Demolon y Pérez (1966)** cuando indica que la comparación de las tres formas principales (clk , la silvinita ,  $so_4k_2$ ) con frecuencia han revelado entre ellas diferencias no significativas , este resultado indica que el cultivo de arroz a dosis de potasio es sensible porque desminuye el rendimiento.

Los rendimientos obtenidos en promedio en el presente trabajo, están estrechamente relacionados con la cantidad de granos llenos por panoja; así mismo se observa un alto número de granos vanos, por lo que los rendimientos se hubiesen aproximado al real potencial de la variedad Capirona que es de 10 t/ha.

Por otra parte los resultados obtenidos en el presente experimento superan a lo reportado por el **IIAP (1996)** donde se buscaba obtener la dosis óptimas de potasio para obtener máximos rendimientos en arroz bajo riego siendo la fuente ClK, con niveles de 0, 30, 60, 90, 120 y 180 Kg/ha; los resultados arrojaron que no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos el cual se obtuvo promedios que van de 5,9 a 6,0 t/ha.

### 5.11. Incidencia de *Pyricularia orizae*

Cuadro 39: Análisis de variancia para *Pyricularia orizae*.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	5,01	1,67	1,84	N. S.
A	1	0,14	0,14	0,16	N. S.
B	3	3,86	1,29	1,42	N. S.
A x B	3	7,29	2,43	2,68	N. S.
Error	21	19,03	0,91		
Total	31	35,35			

N. S.: No Significativo

$R^2$ : 46,15 %

C.V.: 11,39 %

Sx: 0,34

x:

8,36

Cuadro 40: Prueba de Duncan para *Pyricularia orizae*.

Tratamientos	Incidencia	Significancia
Sulfato de potasio 120 Kg/ha	2,58	a
Sulfato de potasio 240 Kg/ha	2,58	a
Cloruro de potasio 0 Kg/ha	2,29	ab
Cloruro de potasio 60 Kg/ha	2,29	ab
Cloruro de potasio 240 Kg/ha	2,29	ab
Cloruro de potasio 120 Kg/ha	2,00	ab
Sulfato de potasio 0 Kg/ha	1,72	b
Sulfato de potasio 60 Kg/ha	1,72	b

\* Los promedios unidos con una misma letra son iguales estadísticamente.

El cuadro 39 muestra la incidencia de *Pyricularia orizae*, indicando no significativo para factores e interacciones; así mismo el coeficiente de variabilidad (C.V) de 11,39 % se encuentra dentro del rango de aceptación para realizar trabajos agrícolas y ganadero tal como establece **Calzada (1970)**; el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 46,15 % nos indica el poco

grado de asociación que existió entre los tratamientos; pudiendo haber afectado algunos factores edafoclimáticos.

El cuadro 40 muestra la prueba de Duncan para los tratamientos en estudio, indicando que la fuente con sulfato de potasio a una dosis 120 y 240 Kg/ha alcanzaron un promedio mayor y estadísticamente diferente al testigo con  $K_2SO_4$  y a la dosis con  $K_2SO_4$  a 60 Kg/ha con valores de 1,72 % quienes registraron la menor incidencia por *Pyricularia oryzae*. Estos nos indica que la fuente con dosis de 0 y 60 Kg de sulfato de potasio reducen un poco la incidencia de *Pyricularia oryzae* en el cultivo de arroz los resultados del presente trabajo coinciden con los reportados por el **Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993)**, donde menciona que el potasio reduce la susceptibilidad de la planta a enfermedades influenciando los procesos bioquímicos y la estructura de los tejidos ; también indican que una reciente revisión de trabajos científicos se reporto que el potasio reduce la severidad de: mas de 20 enfermedades bacterianas , 100 enfermedades fungosas y 10 enfermedades causadas por virus.

### 5.12. Incidencia de minador de hojas

Cuadro 41: Análisis de variancia para minador de hojas.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloque	3	0,64	0,22	0,43	N. S.
A	1	0,31	0,31	0,62	N. S.
B	3	40,75	13,59	26,97	**
A x B	3	0,94	0,31	0,62	N. S.
Error	21	10,58	0,50		
Total	31	53,23			

N. S.: No Significativo

\*\* : Altamente significativo

$R^2$ : 80,13 %

C.V.: 11,38 %

Sx: 0,25

x:

1,16

Cuadro 42: Prueba de Duncan para Minador factor fuentes de potasio.

Tratamientos	Incidencia	Significancia
Sulfato de potasio	1,19	a
Cloruro de potasio	1,08	a

Cuadro 43: Prueba de Duncan para Minador factor dosis de potasio.

Tratamientos	Incidencia (%)	Significancia
240 Kg/ha	1,49	a
120 Kg/ha	1,28	a
0 Kg/ha	1,07	a
60 Kg/ha	0,71	b

\* Los promedios con una misma letra son iguales estadísticamente.

El cuadro 41 muestra el análisis de variancia para minador de hojas, indicando altamente significativo para el factor dosis de potasio y no significativo para la interacción; así mismo el coeficiente de variabilidad (C.V) de 11,38 % se



encuentra dentro del rango de aceptación para realizar trabajos agrícolas y ganadero tal como establece **Calzada (1970)**; el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 80,13 % nos indica el alto grado de asociación que existió entre los tratamientos; pudiendo haber afectado algunos factores edafoclimáticos.

Por otro lado la prueba de Duncan para el factor B (dosis de potasio) expresado en el cuadro 43, indica que la dosis 60 Kg/ha con 0,71 % obtuvo menor incidencia de daño causado por *Hydrellia* sp, esto nos demuestra que con dosis de 60 Kg/ha de potasio la incidencia del minador es menor reportando un grado de severidad de 0 según la **Escala de Evaluación Estándar (1993)**.

Los datos encontrados coinciden con los reportados por **MOLINOS Y CIA S.A.** quien indica que el potasio tiene un efecto significativo sobre la resistencia de la planta a los insectos se demuestra en un trabajo en arroz, en el cual se reduce la infestación de saltamontes "brown planthopper" BPH , a dosis de 0, 37,75y 112 kg/ha de potasio , en el cual se observa que el numero de BPH/m<sup>2</sup> disminuye progresivamente desde 800,625,580 y 302 respectivamente; el **Instituto de la Potasa y el Fósforo (1993 )**, indica que investigadores hindúes concluyeron que el potasio mejoro la resistencia a insectos debido a los siguientes mecanismos de defensa: causando la acumulación de fenoles , haciendo a las plantas menos palatables , reforzando regiones celulares definidas e incrementado la silificación de las hojas.

### 5.13. Análisis económico

Cuadro 44: Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Tratam.	Ren. Kg/ha	Precio/Kg	B. B. P.	C. Prod.	Ben. Neto	Rel. b/c
0 KCl	7502,00	0,95	7126,90	3426,33	3700,57	2,08
240 SO <sub>4</sub> K	7488,00	0,95	7113,60	4070,49	3043,11	1,75
60 SO <sub>4</sub> K	7438,00	0,95	7066,10	3587,37	3478,73	1,97
120 KCl	7324,00	0,95	6957,80	3743,53	3214,27	1,86
120 SO <sub>4</sub> K	7295,00	0,95	6930,25	3748,41	3181,84	1,85
0 SO <sub>4</sub> K	7208,00	0,95	6847,60	3426,33	3421,27	2,00
240 KCl	5806,00	0,95	5515,70	4060,73	1454,97	1,36
60 KCl	5771,00	0,95	5482,45	3584,93	1897,52	1,53

Nota: Precio por kilogramo de arroz al 30-06-04 fue de S/. 0,95 nuevos soles.

El cuadro 44 muestra el análisis económico de los tratamientos en estudio, indicando que todos arrojan resultados positivos, con 0 Kg/ha de cloruro de potasio se obtuvo un beneficio neto de S/. 3 700,57 nuevos soles, con una relación beneficio costo de 2,08; así mismo con 0 Kg/ha de sulfato de potasio arrojó una utilidad de S/. 3 421,27 nuevos soles con una relación beneficio costo de 2,00. Por otra parte la dosis de 240 Kg/ha de cloruro de potasio obtuvo un menor beneficio neto en comparación con los demás tratamientos.

Esto nos demuestra que en tratamientos donde no se aplicó potasio las utilidades son mayores, en comparación con los demás tratamientos. Las altas utilidades se deben al precio que hoy en día está en el mercado, S/. 0,95 nuevos soles por kilogramo.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. En los suelos arcillosos de la Universidad Nacional de San Martín – Fundo Cacatachi, el potasio todavía no es un factor limitante para el rendimiento, a pesar, de los años en producción. Sin embargo no debe descuidarse la fertilización como un factor de mantenimiento al suelo.
- 6.2. No se observó diferencias significativas entre fuentes de potasio utilizadas; pero existe una tendencia a mejorar los rendimientos en Kg/ha de arroz en cáscara con sulfato de potasio; así mismo una mayor resistencia al daño causado por *Pyricularia oryzae*.
- 6.3. Con la aplicación de sulfato de potasio se noto una tendencia a mejorar algunos aspectos fisiológicos, ya que se obtiene una mayor altura, menor cantidad de granos vanos, mayor peso de 1000 granos y rendimientos más uniformes. \*
- 6.4. El mayor beneficio neto se obtuvo con 0 Kg/ha de cloruro y sulfato de potasio, con utilidades de S/. 3 700,57 y 3 421,27 nuevos soles y una relación beneficio costo de 2,08 y 2,00 respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

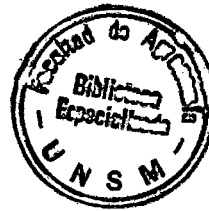
- 7.1. Como fuente de potasio para fertilizar, utilizar sulfato de potasio, con la finalidad de mantener la riqueza del suelo y rendimientos promedios, bajo las condiciones en que se efectuó el experimento.
- 7.2. Realizar otros trabajos de investigación, utilizando las mismas fuentes y dosis de potasio más la adición de microelementos vía foliar en suelo arcilloso, donde se cultiven arroz bajo riego de inundación.
- 7.3. Recomendar a los productores hacer un análisis de suelo, al iniciar las actividades de producción, con la finalidad de determinar la cantidad y así encontrar la época crítica de agotamiento de potasio del suelo.

## VIII. RESUMEN

Con el objeto de evaluar comparativamente el efecto de dos fuentes y cuatro dosis de potasio sobre el rendimiento en el cultivo de arroz al transplante y determinar la relación beneficio costo de las dos fuentes y dosis de potasio en los diversos tratamientos; se realizó el presente experimento en el fundo de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, ubicado en el Distrito de Cacatachi, Provincia y Región San Martín, a 12 Km de la Carretera Norte Fernando Belaunde Terry, margen izquierda; así mismo se utilizó el Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 2 x 4 con 4 repeticiones por tratamiento. Los componentes en estudio fueron: 2 fuentes de potasio (Cloruro de potasio y sulfato de potasio) con 4 dosis de fertilización (0; 60; 120 y 240 Kg/ha de K<sub>2</sub>O)

Los resultados demostraron que en el fundo, el potasio todavía no es un factor limitante para el rendimiento a pesar de los años en producción. Sin embargo no debe descuidarse la fertilización como un factor de mantenimiento al suelo; así mismo no se observó diferencias significativas entre fuentes de potasio utilizadas; pero existe una tendencia a mejorar los rendimientos en kilos por hectárea de arroz en cáscara con sulfato de potasio; así mismo una mayor resistencia al daño causado por *Pyricularia oryzae*. Con la aplicación de sulfato de potasio se notó una tendencia a mejorar algunos aspectos fisiológicos, ya que se obtiene una mayor altura, menor cantidad de granos vanos, mayor peso de 1000 granos y rendimientos mas uniformes. El mayor beneficio neto se obtuvo con 0 Kg/ha de cloruro y sulfato de potasio, con utilidades de S/. 3 700,57 y 3 421,27 nuevos soles y una relación beneficio costo de 2,08 y 2,00 respectivamente.

## IX. SUMMARY



In order to evaluate the effect of two sources and four dose of potassium comparatively on the yield in the cultivation of rice to the transplante and to determine the relationship I benefit cost of the two sources and dose of potassium in the diverse treatments; he/she was carried out the present experiment in the I am founded of the National University of San Martín–Tarapoto, located in the District of Cacatachi, County and Region San Martín, to 12 Km of the North Highway Fernando Belaunde Terry, left margin; likewise the Design of Blocks was used Randomizado Completely (DBCR) with factorial arrangement of  $2 \times 4$  with 4 repetitions for treatment. The components in study were: 2 sources of potassium (Chloride of potassium and sulfate of potassium) with 4 fertilization dose (0; 60; 120 and 240 Kg/ha of  $K_2O$ )

The results demonstrated that in and I is founded, the potassium is not still a restrictive factor for the yield in spite of the years in production. However it should not be neglected the fertilization like a maintenance factor to the floor; likewise it was not observed significant differences among used sources of potassium; but a tendency exists to improve the yields in kilos for hectare of rice in shell with sulfate of potassium; likewise a bigger resistance to the damage caused by *Pyricularia orizae*. With the application of sulfate of potassium a tendency was noticed to improve some physiologic aspects, since it is obtained a bigger height, smaller quantity of grains vain, bigger weight of 1000 grains and yields but you standardize. The biggest net profit was obtained with 0 Kg/ha of chloride and sulfate of potassium, with utilities of S /. 3 700,57 and 3 421,27 new suns and a relationship benefit cost of 2,08 and 2,00 respectively.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CALZADA, B. 1970. Métodos Estadístico para la Investigación. Edit. JURÍDICA. Lima – Perú. 644 p.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1983. LOS Macro nutrientes en la Nutrición de la planta de arroz, Guía de Estudio, Cali Colombia, 36 p.
3. DAVELOUIS M. 1991. Fertilidad de suelos, Segunda Edición – Lima – Perú. 126 p.
4. DEMOLÓN A. Y PÉREZ M. 1966. Principios de Agronomía Tomo I, Crecimiento de Vegetales cultivados. Ediciones OMEGA, 220. Barcelona. 585 pág.
5. EVANS, L.T. 1980. Fisiología de los Cultivos. Edit. Hemisferio Sur S. A. Pág 385.
6. FUNDACIÓN AGRONOMIC RESEARCH, POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA, POTASH & PHOSPHADE INSTITUE 1998. Manual de Fertilidad de suelos, 1<sup>ra</sup>. Edición en Español, 85 p.
7. HOLDRIDGE, L. R. 1985. Ecología Basada en Zonas de Vida, 7 p.
8. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FÓSFORO (INPOFOS). 1993. Diagnostico del estado nutricional de los cultivos, 55 pp.
9. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FÓSFORO (INPOFOS). 1993. Su Necesidad y Uso en la Agricultura Moderna, 44 pp.
10. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMOZONIA PERUANA (IIAP). 1996. Yurimaguas Tierra Germinal, Tecnología de Manejo de Suelos para el

Siglo XXI, Parte II, Resumen de Tesis, Parte III. Fichas Técnicas. Pág. 71 y Pág. 136.

11. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMATICA. 1995. III Censo Nacional Agropecuaria, Departamento de San Martín, Tomo II.
12. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA, "EL PORVENIR" TARAPOTO 2003. Características de arroz Variedad Capirona. Juan Guerra.
13. MANUAL DE FERTILIZANTES (1985). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
14. MINISTERIO DE AGRICULTURA – DIRECCIÓN AGRARIA SAN MARTÍN. 1998. Perspectivas del Cultivo de Arroz en la Región San Martín "Política Agraria". 13 pp.
15. MOLINOS Y CIA S. A. 1996. Boletín Informativo. La Utilización de Sul – Po – Mag en varios cultivos del Perú. 22 pag.
16. PASCUAL E. Y NOGUERA G. 1987. Fitotecnia General Fertilización, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Producción Vegetal, Imprime. CLIA. S.A. 431 p.
17. QUEVEDO ITURRI F. 1994. Fertilidad de Suelos, Primera Parte. Copias mimeografiadas – UNA –La Molina. 222 p.
18. ROSERO. 1993. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. CIAT. Et al.
19. SENASA, SAN MARTÍN. 1998. Problemas Fitosanitarios en el Cultivo de Arroz. 14 pp.
20. SOIL IMPROVEMENT COMMITTEE, 1995. California Fertilizer Association. Manual de Fertilizantes para Horticultura, Noriega Editores, México. 95 p.



21. STOLLER. 1999. Boletines Informativos. Manual en el uso de fertilizantes.  
Lima – Perú s/n.
22. TISDALE, S. L. Y NELSON L. W. 1982. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes,  
UTHEA S.A. dec. v. México. 760 p. "Arroz – Manual de Producción".  
Editorial LIMUSA – MEXICO. 157 p.
23. TINARELLI, A. 1989. "El Arroz". Ediciones MUNDI – Prensa, Castillo,  
Madrid. 575 p. Ilust
24. YAGODIN, A, B, P. 1982. Smirnov; A. Peterburgaki. AGROQUÍMICA I,  
Editorial MIP – MOSCU, Impreso en la EX URSS. Traducido al Español,  
Editorial MIP. 1986. Pág. 414.

***ANEXO***

Cuadro 45: Costo de producción para 1 ha de Arroz

Especificaciones	Unidad	Costo	T1		T2		T3		T4	
			Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>										
<b>a. Preparación de almáximo</b>										
Preparación del suelo	Jornal	10,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00
Siembra remojo y abrigado	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Riegos	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Saca de plántulas	Jornal	10,00	6	60,00	6	60,00	6	60,00	6	60,00
<b>b. Terreno definitivo</b>										
Limpieza de bordos	Jornal	10,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00
Limpieza de canales	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Reparación de bordos	Jornal	15,00	2	30,00	2	30,00	2	30,00	2	30,00
Emparejado	Jornal	15,00	4	60,00	4	60,00	4	60,00	4	60,00
Riegos	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Trasplante	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Replante	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Aplicación de herbicidas (1 aplicac.)	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Fertilización	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Deshierbo manual	Jornal	10,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00
Control fitosanitario (3 aplicac.)	Jornal	15,00	3	45,00	3	45,00	3	45,00	3	45,00
<b>c. Cosecha</b>										
Sacos cosechados (azote)	Sacos	4,00	90	360,00	90	360,00	90	360,00	90	360,00
Carga y descarga	Jornal	10,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00
Secado	Sacos	0,60	90	54,00	90	54,00	90	54,00	90	54,00
<b>d. Maquinaria, equipo y materiales</b>										
Rastra semipesada	Unidad	70,00	3	210,00	3	210,00	3	210,00	3	210,00
Fanguero	Unidad	50,00	4	200,00	4	200,00	4	200,00	4	200,00
Mochila fumigadora	Unidad	180 / 4	1	45,00	1	45,00	1	45,00	1	45,00
Sacos	Kg	1,00	90	90,00	90	90,00	90	90,00	90	90,00
<b>d. Insumos</b>										
Semilla certificada	Kg	2,00	80,0	160,00	80,0	160,00	80,0	160,00	80,0	160,00
Urea	Kg	0,64	577,8	369,77	577,8	369,77	577,8	369,77	577,8	369,77
Cloruro de potasio	Kg	1,30	0,0	0,00	100,0	130,00	200,0	260,00	400,0	520,00
Sulfato de potasio	Kg	1,20	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Abono foliar	l	48,00	0,25	12,00	0,25	12,00	0,25	12,00	0,25	12,00
Mancozeb	l	25,00	2,0	50,00	2,0	50,00	2,0	50,00	2,0	50,00
Cipermetrina	l	46,00	0,5	23,00	0,5	23,00	0,5	23,00	0,5	23,00
Metamidophos		30,00	1,0	30,00	1,0	30,00	1,0	30,00	1,0	30,00
Butaclor		30,00	2,0	60,00	2,0	60,00	2,0	60,00	2,0	60,00
<b>f. Leyes sociales 52 % M. O.</b>				278,20		278,20		278,20		278,20
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>2516,97</b>		<b>2646,97</b>		<b>2776,97</b>		<b>3036,97</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>										
Gastos financieros (3.5 % mensual)				352,38		370,58		388,78		425,18
Gastos Administrativos (8 %)				201,36		211,76		222,16		242,96
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>553,73</b>		<b>582,33</b>		<b>610,93</b>		<b>668,13</b>
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</b>				<b>3070,71</b>		<b>3229,31</b>		<b>3387,91</b>		<b>3705,11</b>

Cuadro 48: Costo de producción para 1 ha de Arroz

Especificaciones	Unidad	Costo	T5		T6		T7		T8	
			Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>										
<b>a. Preparación de almácigo</b>										
Preparación del suelo	Jornal	10,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00
Siembra remojo y abrigado	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Riegos	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Saca de plántulas	Jornal	10,00	6	60,00	6	60,00	6	60,00	6	60,00
<b>b. Terreno definitivo</b>										
Limpieza de bordos	Jornal	10,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00
Limpieza de canales	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Reparación de bordos	Jornal	15,00	2	30,00	2	30,00	2	30,00	2	30,00
Emparejado	Jornal	15,00	4	60,00	4	60,00	4	60,00	4	60,00
Riegos	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Trasplante	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Replante	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Aplicación de herbicidas (1 aplicac.)	Jornal	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Fertilización	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Deshierbo manual	Jornal	10,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00
Control fitosanitario (3 aplicac.)	Jornal	15,00	3	45,00	3	45,00	3	45,00	3	45,00
<b>c. Cosecha</b>										
Sacos cosechados (azote)	Sacos	4,00	90	360,00	90	360,00	90	360,00	90	360,00
Carga y descarga	Jornal	10,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00
Secado	Sacos	0,60	90	54,00	90	54,00	90	54,00	90	54,00
<b>d. Maquinaria, equipo y materiales</b>										
Rastra semipesada	Unidad	70,00	3	210,00	3	210,00	3	210,00	3	210,00
Fangueo	Unidad	50,00	4	200,00	4	200,00	4	200,00	4	200,00
Mochila fumigadora	Unidad	180 / 4	1	45,00	1	45,00	1	45,00	1	45,00
Sacos	Kg	1,00	90	90,00	90	90,00	90	90,00	90	90,00
<b>d. Insumos</b>										
Semilla certificada	Kg	2,00	80,0	160,00	80,0	160,00	80,0	160,00	80,0	160,00
Urea	Kg	0,64	577,8	369,77	577,8	369,77	577,8	369,77	577,8	369,77
Cloruro de potasio	Kg	1,30	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sulfato de potasio	Kg	1,10	0,0	0,00	120,0	132,00	240,0	264,00	480,0	528,00
Abono foliar	l	48,00	0,25	12,00	0,25	12,00	0,25	12,00	0,25	12,00
Mancozeb	l	25,00	2,0	50,00	2,0	50,00	2,0	50,00	2,0	50,00
Cipermetrina	l	46,00	0,5	23,00	0,5	23,00	0,5	23,00	0,5	23,00
Metamidophos		30,00	1,0	30,00	1,0	30,00	1,0	30,00	1,0	30,00
Butaclor		30,00	2,0	60,00	2,0	60,00	2,0	60,00	2,0	60,00
<b>f. Leyes sociales 52 % M. O.</b>				278,20		278,20		278,20		278,20
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>2516,97</b>		<b>2648,97</b>		<b>2780,97</b>		<b>3044,97</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>										
Gastos financieros (3.5 % mensual)				352,38		370,86		389,34		426,30
Gastos Administrativos (8 %)				201,36		211,92		222,48		243,60
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>553,73</b>		<b>582,77</b>		<b>611,81</b>		<b>669,89</b>
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</b>				<b>3070,71</b>		<b>3231,75</b>		<b>3392,79</b>		<b>3714,87</b>

B4